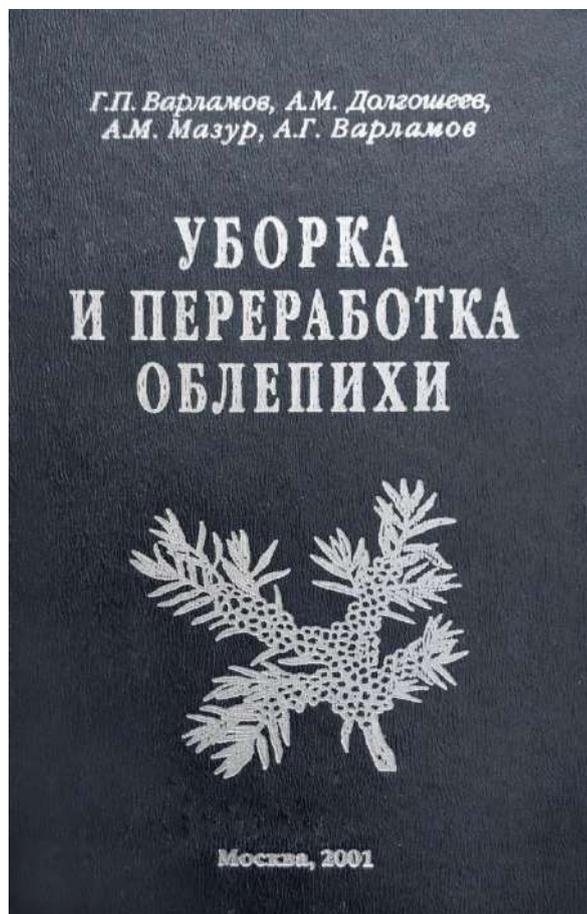


Варламов Г.П., Долгошеев А.М., Мазур А.М., Варламов А.Г.
УБОРКА И ПЕРЕРАБОТКА ОБЛЕПИХИ



Рекомендовано к публикации НТС ОАО «ВИСХОМ»

Рецензент: заслуженный деятель науки и техники РФ, д-р техн. наук, профессор И.М. Панов

ISBN 5-16-000738-5

В книге кратко изложены общие сведения об облепихе, ее народнохозяйственное значение и физико-механические показатели плодов и деревьев. Описаны способы уборки и переработки облепихи, машины и оборудование для их осуществления.

Предназначена для научных работников, специалистов сельского хозяйства, конструкторов, аспирантов и студентов сельскохозяйственных и машиностроительных вузов.

ББК 42.358

ISBN 5-16-000738-5

© Коллектив авторов, 2001

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие

Глава 1. Культура облепихи и ее народнохозяйственное значение

Глава 2. Некоторые физико-механические показатели плодов и деревьев облепихи

2.1. Основные характеристики плодов и деревьев облепихи

2.2. Химический состав плодов облепихи

Глава 3. Ручная уборка плодов облепихи

Глава 4. Полумеханизированный способ уборки плодов облепихи

Глава 5. Механизированная уборка плодов облепихи

5.1. Теория отрыва плодов (краткий обзор)

5.2. Поиск путей механизированной уборки плодов облепихи

5.2.1. Ослабление прочности связи плодоножки с ветвями и плодами путем мгновенного замораживания плодов на живом дереве

5.2.2. Ослабление прочности связи плодов с ветвями химическим способом

5.2.3. Другие приемы ослабления прочности связи плодоножки с ветвью и плодами

5.3. Вибрационный способ уборки плодов облепихи

5.3.1. Машины и приспособления позиционного принципа действия

5.3.2. Машины непрерывного действия

5.4. Способ уборки урожая облепихи методом среза плодоносящих побегов

Глава 6. Переработка плодов и вегетативных частей облепихи

6.1. Технология и оборудование получения облепихового масла при экстрагировании рафинированным растительным маслом

6.2. Технология и оборудование для получения облепиховых экстрактов с использованием гексана и диоксида углерода

6.3. Новая технология комплексной переработки плодов облепихи

6.4. Технология и оборудование для переработки вегетативных частей облепихи и других растений

Литература

ПРЕДИСЛОВИЕ

Облепиха обладает многими полезными свойствами и используется в качестве пищевого, лекарственного, витаминного, декоративного и противозерозионного средства.

Продукцию из облепихи относят к продукции, обладающей повышенной биологической ценностью.

Ее плоды можно применять как к натуральному, так и в переработанном виде, иногда с небольшими добавками экстрактов из лекарственных трав, для лечения язвенной болезни желудка, острого гепатита, ожогов, стрессов, а также для выведения из организма радионуклидов, тяжелых металлов, снижения в крови холестерина, лечения лучевой и многих других болезней и недомоганий, а также использовать здоровым людям в профилактических целях.

Из листьев и однолетних приростов деревьев облепихи можно приготовить зеленое облепиховое масло, превосходящее в несколько раз обычное облепиховое масло при лечении некоторых специфических болезней.

В настоящее время под культурными плантациями облепихи занято в России около 25 тыс. га, более 50 тыс. га облепихи возделывают садоводы-любители, дикорастущие заросли занимают площадь более 75 тыс. га. Таким образом, общая площадь облепиховых садов занимает около 150 тыс. га.

Расширение площадей облепихи под культурными плантациями сдерживается в первую очередь высокой трудоемкостью уборки урожая (800-900 чел.дн./га или 85-90% всех трудовых затрат при возделывании плодоносящих насаждений облепихи), а также трудностью создания средств механизации для ее уборки из-за отсутствия сортов облепихи, пригодных для машинной уборки. В связи с этим уборка облепихи до настоящего времени в основном осуществляется вручную. При этом очистка вороха облепихи от примесей требует от 3 до 66% рабочего времени, затрачиваемого на ручную уборку урожая, с помощью пружинных крючков.

Вторым не менее важным фактором, оказывающим влияние на расширение площадей облепихи, является отсутствие необходимого количества цехов, в том числе малой мощности, для переработки облепихи на продукцию долговременного хранения.

Убранный вручную урожай облепихи содержит плоды целые и дробленые, сок, кожицу и семена, некоторое количество примесей. После удаления примесей урожай может храниться в обычных условиях не более 12 часов. При более длительном хранении он закиснет и будет непригоден для переработки.

Авторы книги более 20 лет занимаются решением вопросов механизации уборки и переработки плодов облепихи как самостоятельно, так и совместно с рядом других организаций, в том числе с Научно-исследовательским институтом садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко (НИИСС), Всероссийским научно-исследовательским институтом лекарственных растений (ВИЛР), Научно-исследовательским зональным институтом садоводства Нечерноземной полосы (НИЗИСНП), Экспериментальным плодопитомническим хозяйством по облепихе (ЭППХО), НПО «Средазсельхозмаш», совхозом «Сибирский» Алтайского края, НПО «Белтехнопрод» (респ. Беларусь) и др.

НИИСС совместно с Алтайским политехническим институтом им. И.И. Ползунова и институтом теплофизики Сибирского отделения АН СССР, а также отдельные физические лица решали некоторые вопросы механизации уборки плодов облепихи различными методами.

Вопросами производства экологически чистого облепихового масла авторы занимались совместно с ЭППХО и НПО «Белтехнопрод» (респ. Беларусь).

Достигнуты определенные результаты.

В частности, ВИСХОМ, НИИСС и НПО «Средазсельхозмаш» создана и выпущена крупной партией Установка УОП-0,3 для очистки плодов облепихи ручного сбора от примесей; ВИСХОМом и ЭППХО создана и выпущена промышленностью Машина МПО-6М для пневматической уборки облепихи. Доказана принципиальная возможность вибрационной уборки плодов облепихи: ВИСХОМом, НИИСС и Алтайским политехническим институтом для уборки облепихи созданы встряхиватели турельного типа для колебания скелетных ветвей; ВИСХОМ и НИИСС разработаны устройства кронного типа, осуществляющие съем плодов за счет непосредственного воздействия на плодоносящие ветви при непрерывном движении агрегата; НИИСС, ВИСХОМ и НПО «Средазсельхозмаш» разработана, изготовлена и представлена на государственные испытания на Алтайскую машиноиспытательную станцию Машина МОУ-1 для вибрационной уборки облепихи со штамбовых деревьев – машина рекомендована в производство и выпускается по заказу хозяйств; ВИСХОМом создана и выпускается по заказу хозяйств специальная малогабаритная Машина ИСО-100 для измельчения семян облепихи производительностью 100 кг/ч, совместно с НПО «Белтехнопрод» (респ. Беларусь) создано несколько вариантов Линий для производства экологически чистого облепихового масла и зеленого облепихового масла.

Для выполнения работ по механизации уборки и переработки плодов облепихи в начале 1977 г. в ВИСХОМе была создана специальная лаборатория в составе 10 человек. Кроме того, по этой проблеме в разные годы было принято 6 аспирантов, в том числе: С.М. Плотников (1981 г.) – по очистке плодов ручного сбора от примесей; В.И. Милованова (1976 г.) и А.В. Вишняков (1979 г.) – по позиционной уборке плодов; М.Э. Мравьян (1978 г.) – по непрерывной уборке плодов; В.Г. Габуня (1985 г.) – по пневматической уборке плодов; А.А. Какауридзе (1985 г.) – по уборке плодов на тракторонедоступных участках.

Из штатных сотрудников лаборатории машин для облепихи наиболее значительный вклад в разработку отдельных конструкций машин внесли А.А. Даштоян, А.П. Синельников, Д.А. Самолетов, И.А. Христин, В.А. Шитарев, М.Э. Мравьян, В.Н. Шорохова, В.С. Корзинкина, испытатели С.Е. Федюнин, Н.В. Анисимов, А.В. Иванчик, экономист В.П. Красносельская и др.

Более подробную информацию по материалам книги можно получить по адресу: 127247, Москва, Дмитровское шоссе, 107. ОАО «ВИСХОМ»; Варламов Григорий Прокофьевич.

Телефоны: 485-74-66; 483-66-30.

ГЛАВА 1. КУЛЬТУРА ОБЛЕПИХИ И ЕЕ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Облепиха – пластичная культура из семейства лоховых, образующая в пределах распространения несколько экологических типов и географических рас, отличающихся размерами растений, строением кроны, морфологическими особенностями надземной системы, зимостойкостью, сроками созревания, биохимическим составом плодов, урожайностью и др.

Ареал распространения естественных зарослей облепихи обширен и включает значительную часть Европы и Азии в пределах до 66 градусов с.ш., в том числе большие массивы облепихи произрастают в Сибири, на Кавказе, Памире, Тянь-Шане и в западных районах России.

Способность облепихи занимать столь обширный ареал с чрезвычайно разнообразными условиями произрастания говорит о высокой пластичности данного вида и способности адаптироваться к различным экологическим условиям.

В условиях промышленных культурных насаждений облепиха культивируется практически только на территории бывшего СССР; незначительные насаждения такого типа имеются в Монголии, Китае.

Как уже было показано в предисловии, площадь облепихи в России оценивается в 150 тыс. га, в том числе 25 тыс. га в виде культурных плантаций, 50 тыс. га у садоводов-любителей и 75 тыс. га находится в дикорастущих зарослях.

Урожайность плодов в дикорастущих зарослях крайне низка и не превышает 10-12 ц/га. В культурных плантациях в среднем собирают по 30-40 ц/га, однако имеются культурные плантации облепихи, урожайность которых достигает 100-120 ц/га.

Облепиха ветроопыляемое двудомное растение с однополыми цветками. Мужские растения не дают урожая, но обязательно необходимы для опыления женских растений.

Корневая система облепихи плоская и поверхностная, что позволяет использовать ее в борьбе с некоторыми видами эрозии почв.

Надземная часть облепихи состоит из системы побегов разного возраста, однако исходной единицей специфической жизненной формы растения является элементарный побег (основной структурный элемент).

Крона куста чаще всего представляет собой двух-трех штамбовый кустарник, иногда принимающий древовидную форму. Количество скелетных ветвей варьирует в пределах от 2 до 7 шт.

Плодовые почки закладываются только на приросте текущего года, т.е. в год, предшествующий цветению. Следовательно, облепиха плодоносит на приростах прошлого года на предпоследнем ярусе кроны.

Плоды облепихи сочные, мелкие, нежные, на коротких плодоножках, плотно облепляют концы ветвей, на которых располагаются также однолетние приросты.

Различной бывает и окраска плодов. Почти в каждой популяции произрастают особи с желтыми, оранжевыми, красными и промежуточной между ними окраской плодов.

Особи в облепиховых садах различаются по урожайности: наряду с обильно плодоносящими встречаются и менее ценные. Одним из наиболее важных показателей, определяющим хозяйственную ценность облепихи, является величина и масса плода, которые значительно варьируют у разных популяций.

Наивысшей урожайности облепиха достигает на 3-4 году плодоношения. Затем наступает некоторое равновесие, при котором в течение нескольких лет (с 3 до 6 лет) урожай держится примерно на одном и том же уровне, после чего наступает постепенный спад. Спад наступает более медленно в садах, уход за которыми осуществляется в строгом соответствии с агротехническими требованиями.

В зависимости от условий произрастания и сорта облепихи плоды созревают в конце августа – в начале сентября. В это время плоды еще кислы на вкус, но уже с приятным устойчивым запахом, напоминающим тонкий аромат ананасов (поэтому облепиху в Сибири в простонародье называют «Сибирским ананасом»).

Плоды облепихи имеют большое пищевое значение. Их используют в кондитерской и сыродельной промышленности. Из них можно готовить варенье, сиропы, кисель, джем, пастилу, соки, наливки, различные бальзамы, полуфабрикаты, поливитаминные экстракты, концентраты, спиртовые бальзамы и др.

Среди плодовых и ягодных культур облепиха является одной из наиболее ценных по биохимическому составу плодов. Установлено, что кроме сахара, органических кислот, пектиновых и дубильных веществ, в ней содержатся биологически активные соединения: оксикумарин, бетаин, тритерпеновые кислоты, серотонин, бетаситостерин и витамины А, В, С, Е, F, К. К этому списку можно добавить витамины Р и В, а также такие химические элементы,

как железо, марганец и бром, обеспечивающие нормальное функционирование нервной системы и кроветворения человека.

Из плодов облепихи получают высоковитаминное облепиховое целебное масло, широко применяемое в медицине. Препараты, приготовленные из него, используются для ускорения регенерации (заживления) поврежденных тканей, лечат воспалительные и язвенные процессы, лучевую болезнь.

Из каждой тонны плодов облепихи можно получить (данные С.Н. Ковалева)

- 700 кг сока первой выжимки;
- 110 кг высококонцентрированного сока второй выжимки;
- 190 кг сырого жома.

Из каждого килограмма сока первой выжимки можно приготовить 5 кг облепихового напитка, из 1 кг высококонцентрированного сока второй выжимки – 8 кг напитка.

Из 190 кг сырого жома, после его сушки, получают 60 кг сухого жома, из которого в специальных технологических линиях получают 30 кг облепихового масла с числом каратиноидов 180 мг% или 120 кг облепихового масла с числом каратиноидов в пределах 30-50 мг%.

Конечный продукт использованного в технологических линиях – жом, так называемый шрот, эффективно используют для подкормки птиц и молодняка животных, что дает хорошие результаты по их ежесуточному привесу и улучшению общего состояния животных и птиц.

Исследованиями последних лет установлено, что из вегетативной части растений, в частности из однолетних приростов и листьев облепихи, при соответствующей их подготовке (измельчение и сушка) при экстрагировании растительным маслом, получают высокоценное зеленое облепиховое масло, оказывающее порой более значительный эффект, по сравнению с облепиховым маслом из плодов, при лечении некоторых болезней.

Из ветвей и листьев облепихи в сочетании с ветвями и листьями черной смородины можно готовить бальзамы и концентрированную основу (для напитков типа “Любава”, “Добрыня”, “Святослав” и др.), используя для этого водноферментный способ извлечения экстрактов из измельченных и высушенных ветвей с листьями (см. главу 6).

Из изложенного выше видно, что при соответствующем решении проблемы, плоды и ветви облепихи можно использовать полностью, т.е. внедрить в широких масштабах безотходную технологию возделывания облепихи.

Вместе с тем следует отметить; что в настоящее время в России собирают недостаточное количество плодов облепихи. Валовой сбор плодов удовлетворяет потребности населения и промышленности не более чем на 15%.

Основными сдерживающими факторами роста площадей культурных плантаций облепихи являются: отсутствие средств механизации для уборки облепихи и отсутствие в достаточном количестве цехов (заводов) по переработке облепихи.

В работе [71] А.Д. Букштынов отмечает, что в России имеются большое количество облепихи, растущей в лесах в дикорастущем виде. В этой связи, весьма актуален вопрос рационального освоения и воспроизводства пищевых ресурсов леса.

Он пишет: «Среди плодово-ягодных кустарников, культивируемых в России, особое место должна занимать облепиха, имеющая важное народнохозяйственное значение благодаря пищевым достоинствам плодов и ценным лечебным свойствам облепихового масла, а также ярко выраженной ее мелиоративной способности при рекультивации земель,

выведенных из сельскохозяйственного пользования, отвалов каменноугольных шахт, закрепление берегов рек и других участков земли, подверженных ветровой и водной эрозии».

Одновременно облепиха заслуживает широкого изучения в целях ее использования при озеленении населенных пунктов, в том числе больших городов, что в общем случае, позволит увеличить сбор ценных плодов.

В последние годы продуктивность естественных зарослей облепихи резко снизилась. Поэтому возникла острая необходимость закладки промышленных (культурных) плантаций облепихи. Целесообразность закладки в России промышленных плантаций облепихи перспективными сортами доказана на практике уже в 70-х годах XX столетия. Подсчеты показали, что все капитальные затраты на закладку плантаций, включая стоимость полива и ухода, окупаются при заготовке с них плодов облепихи в течение 3-4 лет после начала плодоношения.

Ряд организаций ведут работу по селекции и агротехнике облепихи, ибо она является сравнительно новой ягодной культурой. Предстоит большая работа, чтобы изучить различные ее популяции и выделить ценные для селекции формы.

В связи с этим в книге [71] А.Д. Букштынов правильно ставит вопрос о задачах селекционеров – «Перед селекционерами поставлены серьезные задачи по созданию высокоурожайных, иммунных и бесшипных сортов с крупными плодами, повышенным содержанием в них масла, каротина, аскорбиновой кислоты, с длинной плодоножкой и сухим отрывом, хорошо приспособленных к механизированной уборке урожая».

Среди многих ценных качеств облепихи ряд исследователей (А.Д. Букштынов, Д.А. Ободовская и др.) отмечают особую ценность семян облепихи, так как в облепиховом масле из семян содержатся группа витаминов F и E, что показывает их значительную биологическую ценность.

Е. Боровая [11] подробно освещает значение облепихи в медицинских целях. В книге приводится большое количество рецептов по использованию облепихи.

ГЛАВА 2. НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОВ И ДЕРЕВЬЕВ ОБЛЕПИХИ

2.1. Основные характеристики плодов и деревьев облепихи

Физико-механические показатели плодов и деревьев облепихи крайне разнообразны и напрямую зависят от зоны произрастания, почвенно-климатических условий и многих других факторов, трудно поддающихся учету.

Целью наших исследований являлось обобщение имеющихся материалов, полученных в различных регионах, а также собственных исследований по сортам облепихи средней полосы России и Северной Осетии, имеющих прикладное значение при создании технических средств для механизированного съема плодов.

В качестве объектов исследований нами были выбраны наиболее перспективные сорта и основные формы облепихи, в том числе гибридные формы Алтайского и Бурятского происхождения [73, 82], а также дикорастущая облепиха в предгорьях Северной Осетии вблизи г. Орджоникидзе (ныне г. Владикавказ) [23, 24].

Среди изученных нами сортов и форм облепихи следует отметить: сорт Гусь-Хрустальная 2-ая, форма новая 40, новая 101 и 95, формы 59 и 351, сорт Мещерская, гибридные формы Алтайского и Бурятского происхождения и др., произрастающие в Мещерской низменности и Московской области, а также многие плоды и деревья облепихи (определить сорт не удалось) в дикорастущем виде, произрастающие в предгорьях Северной Осетии.

Изучение физико-механических показателей плодов проводилось в соответствии с общепринятой методикой по изучению физико-механических свойств сельскохозяйственных растений, разработанной ВИСХОМом.

В процессе исследований определялись: усилия отрыва плодов, масса плодов, размеры плодов и длина плодоножек.

Экспериментальные данные обрабатывались методами вариационной статистики с определением следующих показателей:

Среднее арифметическое
$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Среднее квадратичное отклонение
$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Коэффициент вариации
$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

Первая серия опытов проведена в 1979-1981 гг. на деревьях и кустах облепихи, находящихся в период начала плодоношения. В дальнейшем размеры кроны деревьев и кустов увеличиваются, что будет отрицательно сказываться на создании машины для уборки урожая плодов облепихи. Последующая серия опытов была проведена в 1986-1988 гг. Повторность опытов принималась не менее чем пятидесятикратной.

Результаты исследований приведены в таблицах 2.1, 2.2 и 2.3 и на рис. 2.1, 2.2, 2.3 и 2.4.

Комментируя данные таблицы 2.1, отмечаем, что у большинства изученных сортов происходил «сухой» отрыв плодоножки от плодов. Были предприняты попытки учесть влияние расположения плодов (початки, полуразрезанные, разрезанные) на ветвях на величину усилия отрыва. Оказалось, что усилия отрыва отдельных плодов, независимо от их расположения на ветвях, практически не изменялись и были одинаковыми как для отдельных плодов, так и плодов, находящихся в початках.

Таблица 2.1. Усилие отрыва плодов (1979-1981 гг.)

Сорт, форма	Усилие отрыва плодов, грамм/сила		
	X	σ	V, %
Гусь-Хрустальная 2-ая	110	8	7,3
Новая 40	140	9	6,4
Новая 101	150	12	8,0
Новая 95	160	11	6,9
Форма 351	150	7	4,7
Форма 59	140	14	10,0
Мещерская	115	10	8,7
Гибридная форма Алтайского происхождения	160	15	9,3
Гибридная форма Бурятского происхождения	125	11	8,1

Масса плодов определялась путем взвешивания 100 шт. плодов каждого сорта или формы.

Таблица 2.2. Масса плодов (1979-1981 гг.)

Сорт, форма	Масса плодов, граммы		
	X	σ	V, %
Гусь-Хрустальная 2-ая	0,38	0,07	18
Новая 40	0,27	0,04	15
Новая 101	0,30	0,08	27
Новая 95	0,36	0,06	17
Форма 351	0,40	0,06	15
Форма 59	0,45	0,05	11
Мещерская	0,32	0,08	25
Гибридная форма Алтайского происхождения	0,30	0,07	23
Гибридная форма Бурятского происхождения	0,36	0,04	11

Таблица 2.3. Размерные характеристики плодов и плодоножек (1979-1981 гг.)

Сорт, форма	Длина плодоножки, мм			Длина плода, мм			Диаметр плода, мм		
	X	σ	V, %	X	σ	V, %	X	σ	V, %
Гусь-Хрустальная 2-ая	3,5	0,8	23	9,0	0,6	7	8,0	0,57	7,5
Новая 40	2,8	0,7	25	8,0	0,4	5	7,5	0,4	5,4
Новая 101	3,8	1,0	26	8,0	0,41	5	8,0	0,4	5,0
Новая 95	3,5	0,9	26	8,5	0,72	8,5	8,0	0,65	8,1
Форма 351	3,8	0,81	21	9,0	0,73	8	9,0	0,72	8,0
Форма 59	4,2	0,1	24	10,0	0,81	8,1	8,0	0,40	5,0
Мещерская	4,0	0,1	25	8,3	0,55	6,7	8,0	0,39	5,0
Гибридная форма Алтайского происхождения	2,9	0,75	26	8,0	0,62	7,5	8,0	0,57	7,5
Гибридная форма Бурятского происхождения	3,9	0,83	26	8,5	0,43	5	8,0	0,44	5,5

На рис. 2.1 и 2.2 показаны кривые распределения плодов облепихи по усилию отрыва и массе. В качестве сравнения на левых графиках приведены данные ВИЛР плодов сортовой облепихи Алтайской селекции. Из кривых распределения видно, что значения этих показателей подчиняются нормальному закону распределения.

Кривые распределения кустов облепихи по высоте (рис. 2.3) и по размерам кроны в плоскости, поперечной оси ряда (рис. 2.4), показывают, что значения этих показателей также подчиняются нормальному закону распределения. Для сравнения на этих рисунках слева показаны данные ВИЛР деревьев сортовой облепихи Алтайской селекции.

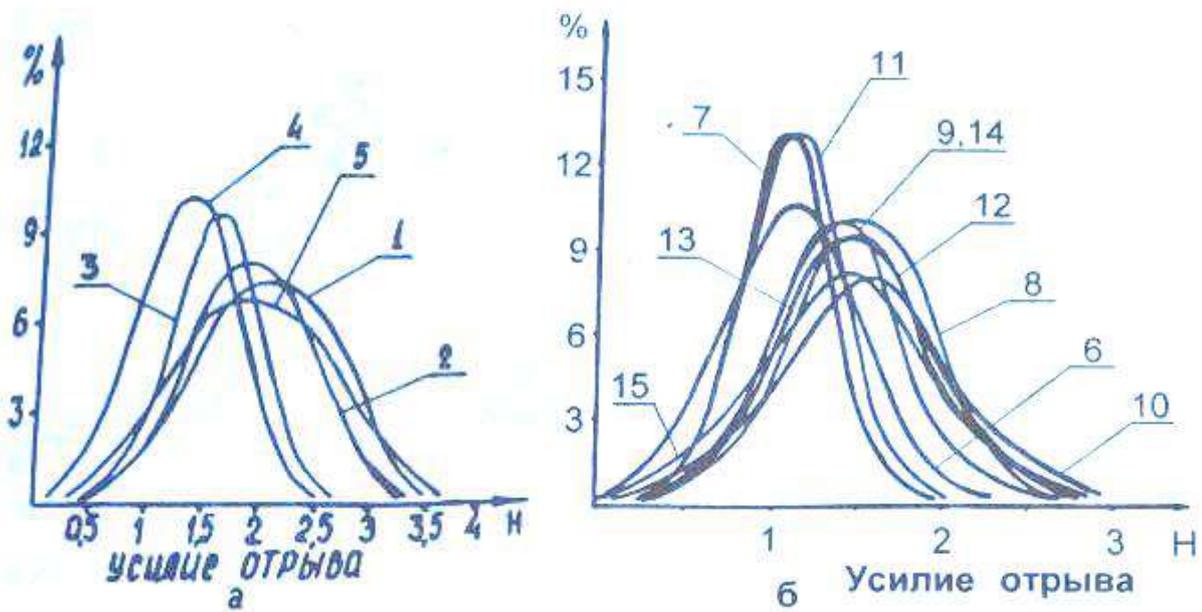


Рис. 2.1. Кривые распределения плодов облепихи по усилию отрыва: 1 – Дар Катуня; 2 – Новость Алтая; 3 – Витаминная; 4 – Золотой початок; 5 – Масличная; 6 – Гусь-Хрустальная-1; 7 – Гусь-Хрустальная-2; 8 – Новая 101; 9 – Новая 40; 10 – Новая 95; 11 – Мещерская; 12 – К-3; 13 – Форма № 351; 14 – Форма № 59; 15 – Форма № 14

а) по данным ВИЛР; б) по данным ВИСХОМа

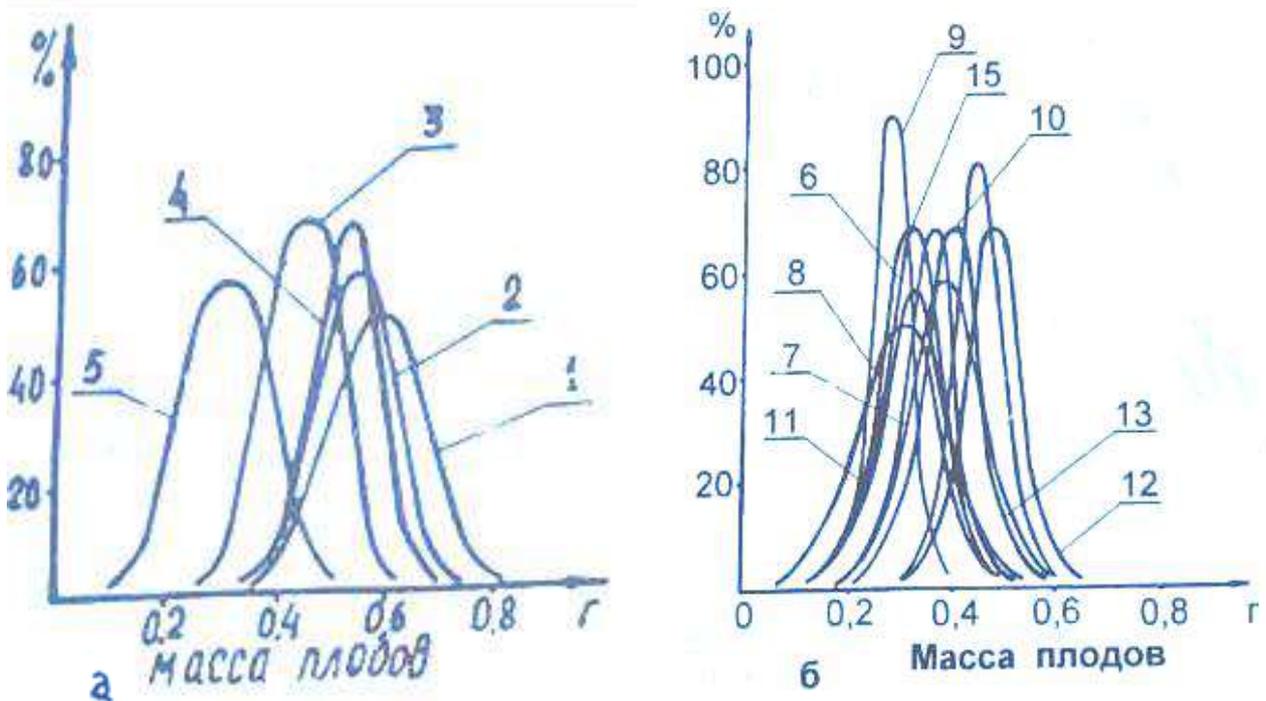


Рис. 2.2. Кривые распределения плодов облепихи по массе:

1 – Дар Катуня; 2 – Новость Алтая; 3 – Витаминная; 4 – Золотой початок; 5 – Масличная; 6 – Гусь-Хрустальная-1; 7 – Гусь-Хрустальная-2; 8 – Новая 101; 9 – Новая 40; 10 – Новая 95; 11 – Мещерская; 12 – К-3; 13 – Форма № 351; 14 – Форма № 59; 15 – Форма № 14

а) по данным ВИЛР; б) по данным ВИСХОМа

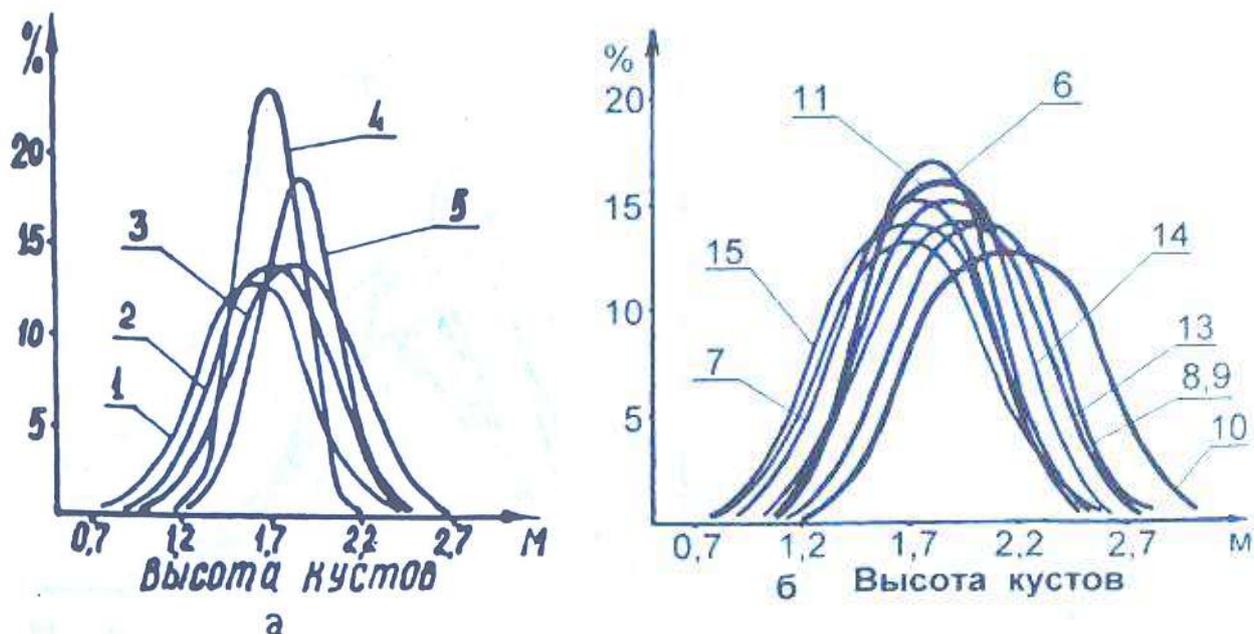


Рис. 2.3. Кривые распределения кустов облепихи по высоте.

1 – Дар Катуня; 2 – Новость Алтая; 3 – Витаминная; 4 – Золотой початок; 5 – Масличная; 6 – Гусь-Хрустальная-1; 7 – Гусь-Хрустальная-2; 8 – Новая 101; 9 – Новая 40; 10 – Новая 95; 11 – Мещерская; 12 – К-3; 13 – Форма № 35; 14 – Форма № 59; 15 – Форма № 14

а) по данным ВИЛР; б) по данным ВИСХОМа

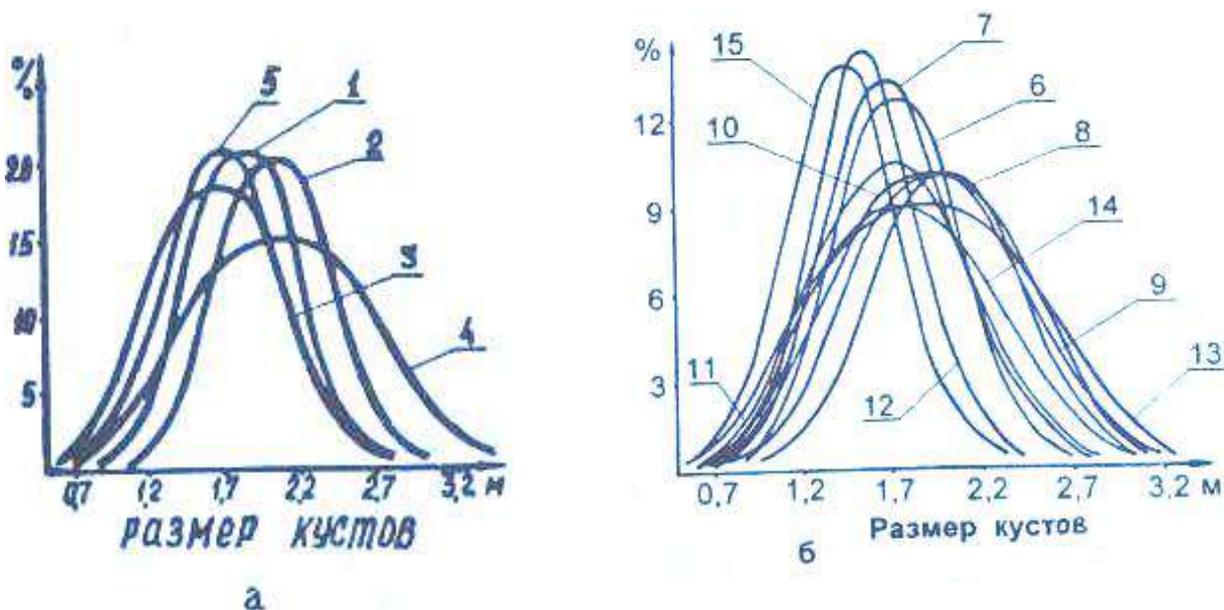


Рис. 2.4. Кривые распределения кустов облепихи по размерам кроны в плоскости, поперечной оси ряда:

1 – Дар Катуня; 2 – Новость Алтая; 3 – Витаминная; 4 – Золотой початок; 5 – Масличная; 6 – Гусь-Хрустальная-1; 7 – Гусь-Хрустальная-2; 8 – Новая 101; 9 – Новая 40; 10 – Новая 95; 11 – Мещерская; 12 – К-3; 13 – Форма № 35; 14 – Форма № 59; 15 – Форма № 14

а) по данным ВИЛР; б) по данным ВИСХОМа

Публикаций по размерно-массовым характеристикам плодов облепихи и размерным характеристикам деревьев (кустов) сортовой облепихи Алтайской селекции в литературе имеется очень много. При этом они порой сильно разнятся – все зависит от условий их произрастания (Сибирь; Урал, Средняя полоса России, Северный Кавказ и т.д.).

В таблице 2.4. приведены основные характеристики плодов и деревьев (кустов) облепихи в молодом возрасте.

Таблица 2.4. Основные характеристики плодов и деревьев (кустов) сортовой облепихи (данные НИИСС)

Наименование сорта	Размеры плода, мм		Масса плода, г	Размеры дерева, см	
	длина	ширина		высота	диаметр
Новость Алтая	10,5	9,5	0,5	182,4	209,2
Дар Катуни	11,0	8,5	0,4	161,3	207,8
Золотой початок	10,0	8,2	0,4	186,2	233,0
Масличная	9,7	7,8	0,3	218,4	222,5
Витаминная	9,7	8,9	0,57	189,5	171,5

Немаловажным показателем для создания машины (устройства) для уборки плодов облепихи является размещение плодов в кроне дерева (куста).

Размещение плодов в кроне определялось по ярусам и зонам. При этом была принята указанная ниже классификация ярусов и зон:

Ярус – слой кроны, расположенный на определенном расстоянии от поверхности земли и параллельно ей: 1-й ярус – 0,5 м от земли; 2-й – от 0,5 до 1,0 м; 3-й – от 1,0 до 1,5 м; 4-й – от 1,5 до 2 м; 5-й – от 2,0 до 2,5 м и т.д.

Установлено, что основная масса плодов расположена на третьем-четвертом ярусах. Однако определенных закономерностей при этом не прослеживается – все зависит от высоты деревьев (кустов).

Зона – слой кроны, расположенный в глубину куста от периферии: 1-я зона (наружная) составляет 0,5 м от периферии, 2-я – следующие 0,5 м и т.д.

Установлено с определенной закономерностью, что плоды в основном находятся в первой зоне, т.е. на периферии, располагаясь на двухлетних приростах ветвей.

Внутри кроны дерева (куста) во второй зоне находится незначительная часть плодов, зачастую не превышающая 2-3% от общего урожая.

На рис. 2.5 схематично доказано расположение основной массы плодов – это имеет место на штамбовых деревьях и на стволиках кустов.

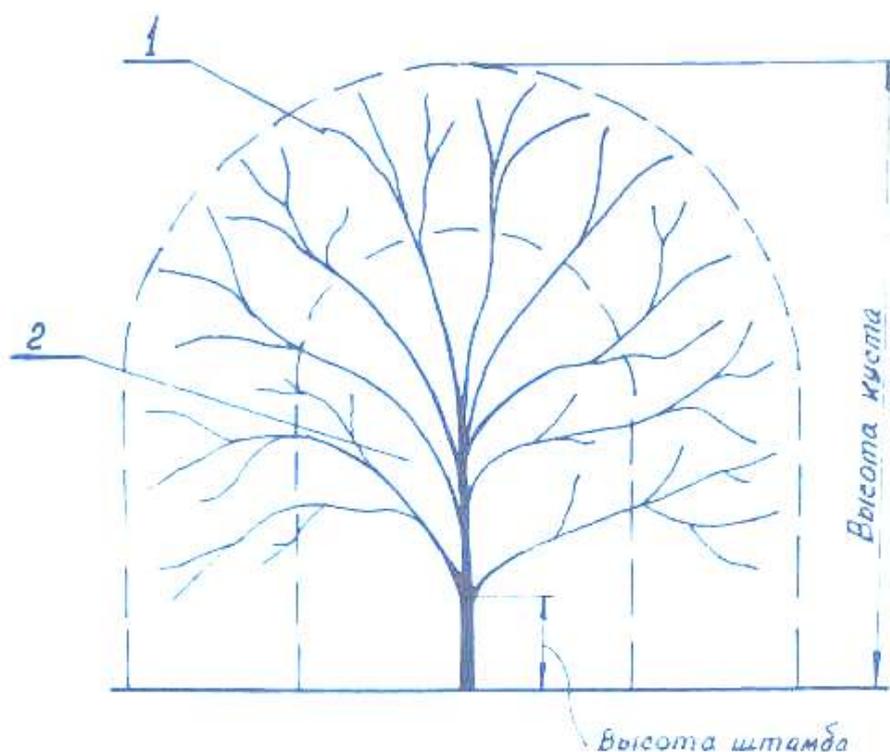


Рис. 2.5. Размещение плодов в кроне облепихового дерева (куста): 1 – основное место расположения плодов; 2 – место с минимальным количеством плодов

2.2. Химический состав плодов облепихи

Химический состав плодов облепихи представляет большой практический интерес, ибо он показывает их ценность для всех перерабатывающих отраслей и физических лиц, использующих плоды в сыром и консервированном виде, а также в продуктах переработки.

Химический состав плодов облепихи даже одного сорта достаточно неоднороден – он зависит от многочисленных факторов, в том числе случайных, в первую очередь от зоны произрастания, природно-климатических условий, технологии содержания сада, от применяемых удобрений и др.

В данном разделе приведены лишь некоторые результаты по определению химического состава плодов облепихи, полученные различными организациями в разные годы, в разных зонах произрастания облепихи, на различных сортах облепихи.

В работе С.Н. Ковалева [63, 64, 65] приведены данные по двум новым формам облепихи, выращенных в ЭППХО (г. Гусь-Хрустальный) из семян, собранных в Бурятской АССР (посев в 1965 г., анализ химического состава плодов в 1973 г.) и получивших в дальнейшем название Богатырская и Малютка.

Анализ биохимического состава плодов облепихи селекции С.Н. Ковалева выполнен в Научно-исследовательском институте торного садоводства и цветоводства (г. Сочи), анализ по содержанию витамина С – во Всесоюзном научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений (таблица 2.6).

Таблица 2.6. Химический состав плодов облепихи

Показатели	Формы	
	Богатырская	Малютка
Содержание сахаров, %	1,23	4,46
Содержание витамина С, мг%	177	175
Содержание каротина, мг%	13,2	9,0
Содержание масла,	5,19	4,22
Содержание кислоты, %	1,5	2,2
Вкус	Кисло-сладкий	Кислый
Дата созревания	Середина сентября	
Продолжительность хранения на ветках	До конца ноября	До конца декабря

В 1978 г. в работе Е.Е. Шишкиной [71] приведены сведения о биологических особенностях облепихи, полученные различными исследователями, в том числе в работах: В.Н. Ручкина (1929); В.А. Девятнина и М.П. Захаровой (1944); Б.Д. Игнатьева (1949); Б.Г. Савинова и Д.Д. Проценко (1954); Д.А. Ободовской (1967); Л.О. Шнайдемана (1973); А.Я. Трибунской, Л.И. Вигорова и И.П. Степановой (1970) и др.

Этими и другими исследователями однозначно установлено, что из-за большого разнообразия форм облепихи, особенно в естественных зарослях, содержание витамина С (аскорбиновой кислоты) колеблется в значительных пределах – от 150 до 200 мг% (Средняя Азия), от 70 до 400 мг% (Алтай), до 317 мг% (Литва), от 150 до 310 мг% (Побережье Балтийского моря), до 800 мг% (Альпы – Normann, 1941, Darmer, 1952).

Далее в работе Е.Е. Шишкиной описаны работы указанных выше авторов.

В 1979 г. Д.К. Шапиро, З.А. Седова, Л.В. Анихимовская и Т.Н. Нарижная опубликовали химический состав сортовой облепихи (таблицы 2.7 и 2.8) селекции Научно-исследовательского института садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко [87].

Таблица 2.7. Химический состав плодов облепихи (% на сырую массу)

Сорт	Средняя масса плода, г	Растворимые сухие вещества	Сахара			Кислотность (в пересчете на яблочную кислоту)
			моно-сахара	сахара-роза	сумма	
Витаминная	0,63	0,4	4,20	0,00	4,20	1,01
Дар Катуня	0,58	0,0	4,74	0,43	5,17	1,75
Золотой початок	0,57		4,27	0,21	4,48	1,87
Масличная	0,45	8,4	3,76	1,06	4,82	1,64
Новость Алтая	0,52	9,8	4,85	0,51	5,36	1,70

Таблица 2.8. Содержание биологически активных веществ в плодах облепихи (мг в 100 г сырой массы)

Сорт	Витамин С	Каротин	Каротиноиды	Лейкоантоцианы	Катехины	Флавонолы	Хлорогеновые кислоты
Витаминная	114,3	2,07	10,70	214,5	65,0	243,2	213,0
Дар Катуни	40,0	2,35	6,45	292,5	91,0	243,2	156,0
Золотой початок	45,7	4,91	13,10	260,0	208,0	331,0	183,0
Масличная	33,4	6,90	13,70	260,0	84,5	201,6	150,3
Новость Алтая	40,4	2,47	9,15	227,5	162,5	231,0	153,1

В заключение статьи авторы работы [87] отмечают, что «химический состав плодов облепихи сильно различается. Предпочтение следует отдавать сортам, плоды которых богаты биологически активными веществами».

Во второй половине семидесятых годов XX века сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского института растениеводства (ВИР) им. Н.И. Вавилова изучали на базе Павловской опытной станции ВИРа алтайские сорта облепихи селекции НИИСС. В 1979 г. М.И. Плехановой и Г.В. Самородовой-Бианки опубликованы результаты этих исследований [76].

Установлено, что облепиха в Ленинградской области достаточно зимостойка, но в зиму 1978/1979 гг., когда температура воздуха понижалась до минус 43°C, растения всех сортов (Дар Катуни, Новость Алтая, Витаминная, Золотой початок, Масличная и Б-32) были повреждены. Зимостойкость их оценивалась от 2 до 5 баллов, т.е. от слабого подмерзания одно-двухлетней древесины до полной гибели растений. Особенно пострадали сорта Новость Алтая, Масличная и Б-32.

Основная ценность облепихи – плоды, в которых накапливается от 50,2 до 158,3 мг% аскорбиновой кислоты (таблица 2.9). Облепихового масла накапливается (на сухую массу) у сорта Дар Катуни 5,3%, у сорта Масличная – до 5,6%.

Урожайность пяти-семилетних растений Алтайской селекции в Ленинградской области составила (в кг/куст): Дар Катуни – 13,3; Новость Алтая – 6,6; Витаминная – 5,9; Золотой початок – 5,4; Масличная – 5,3; Б-32 – 1,2.

Лучшими по химическому составу плодов оказались сорта Витаминная, Дар Катуни и Золотой початок.

В заключение авторы указывают, что «сопоставляя наши данные с результатами изучения сортов Новость Алтая, Дар Катуни, Золотой початок, Масличная, Витаминная, Б-32 на Алтае (Ж.И. Гатин, 1962; Е.И. Мишарина, Е.Е. Шишкина, 1969); в Новосибирской области (В.В. Мочалов, 1970) и Белоруссии (А.А. Чаховский и др., 1976), мы заметили, что облепиха, обладая большой пластичностью, способна давать высокие урожаи в различных почвенно-климатических условиях. У одних и тех же сортов средние урожаи плодов, выращенных в Ленинградской области, Белоруссии и Западной Сибири, близки. Однако они ниже, чем на Алтае, то есть в зоне естественного произрастания культуры. В условиях достаточного увлажнения и невысокой теплообеспеченности, что характерно для Ленинградской области, содержание сахара в ягодах снижается и увеличивается количество кислоты».

Таблица 2.9. Химический состав плодов облепихи

Сорт	Масса 100 плодов, г	Сухое вещество, %	Сахара, %	Кислота в пересчете на линолевую, %	Аскорбиновая кислота, мг%
Дар Катуни	41	13	2	3,0	63
Новость Алтая	50	14	4	2,3	54
Витаминная	61	10	2	2,4	158
Золотой початок	40	14	4	2,4	57
Масличная	32	13	2	2,0	56
Б-32	32	15	4	1,9	50

Ученые ВИРа пришли к выводу, что в условиях Ленинградской области лучшими сортами облепихи являются Дар Катуни и Витаминная.

В конце семидесятых – начале восьмидесятых годов XX века в облепиховом саду Экспериментального плодопитомнического хозяйства по облепихе (ЭППХО), расположенного в пригородной зоне г. Гусь-Хрустальный (деревня Михали) Владимирской области ВИСХОМом проводились полевые испытания нескольких экспериментальных установок по механизированному съему плодов облепихи на сортах Гусь-Хрустальная-1, Гусь-Хрустальная-2 и формах К-3 и № 14. В этот период ЭППХО входило в состав Всесоюзного научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения (ВИУ), имело лабораторию биохимии и агрохимии, оснащенную современным оборудованием и располагало высококвалифицированными специалистами, способными выполнять работу по биохимическим и агрохимическим анализам на высочайшем уровне.

По договору с ВИСХОМом лабораторией биохимии и агрохимии ЭППХО в сезон уборки 1980 года проведена биохимическая оценка плодов указанных выше четырех сортов, убранных механизированным способом.

Плоды облепихи находились в стадии биологической спелости и передавались на биологический анализ не позднее чем через 3-4 часа после машинного сбора. Контрольными образцами служили плоды облепихи тех же сортов, собранных вручную.

Из биологически активных веществ, находящихся в плодах облепихи, определялись показатели, приведенные в таблице 2.10. Установлено, что различий в количестве биоактивных веществ в плодах облепихи, убранных машиной и вручную, не обнаружено. Анализы проводили зав. лабораторией биохимии и агрохимии канд. сельскохозяйственных наук Д.Г. Кирилин и ст. агрохимик А.Ф. Ситова.

Таблица 2.10. Химический состав плодов облепихи

Сорт, форма	Сырой жир (масло), %	Витамин С, мг%	Витамин Р, мг%		Сахар, %
			Кахетин	Рутин	
Гусь-Хрустальная-1	10,2	27,2	319,0	490,0	4,4
Гусь-Хрустальная-2	7,3	28,3	236,1	363,7	1,3
К-3	8,4	105,0	302,6	465,6	2,4
№ 14	5,5	35,6	239,4	368,3	1,2

По заказу ВИСХОМа в 1991 г. Московская сельскохозяйственная Академия им. К.А. Тимирязева (ТСХА) провела определение физико-химических показателей масла семян и мякоти облепихи (Таблица 2.11) необходимых для последующей оценки работы линий по переработке облепихи. ТСХА выдала ВИСХОМу следующие ценные рекомендации:

- Сушить семена рекомендуется до 12% влажности при исходной влажности 40-50%;
- Максимальная температура сушки – не более 60°C (из-за термо-лабильности витаминов);
- Рекомендовано дробление перед экстракцией, что обеспечивает больший выход масла.

Таблица 2.11. Физико-химические показатели масла семян и мякоти облепихи

Показатели	Масло семян	Масло мякоти
Плотность, г/см ³	0,9270	0,9200
Показатель преломления	1,4764	1,4698
Йодное число	150,0	79,5
Кислотное число, мг кон/г	10,5	7,0
Число омыления, мг кон/г	192,5	187,5
Эфирное масло, мг кон/г	191,5	170,5
Температура застывания, °С	-20...-22	-4...-5
Неомыляемые вещества, %	2,25	3,65
Стероиды, мг/100	260,0	330,4
Каротиноиды, мг/100	38,1	378,0
Линолевая кислота, мг/100	39,0-47,0	14,9-16,0
Линоленовая кислота, мг/100	18,0-30,3	0,0-1,8

Кроме того, ТСХА в 1991 г. предоставила ВИСХОМу целый ряд усредненных показателей плодов, семян и других ценных сведений по облепихе, изложенных ниже.

Плоды: Длина – 4-7 мм, ширина – 2,5-3,5 мм, толщина – 1,6-2,2 мм, масса 100 плодов – 52,0-85,8 г.

Семена: Абсолютная масса 1000 шт. семян в воздушно-сухом состоянии – 14-19 г. Абсолютная масса 100 шт. семян – 1,6-2,2 г.

Выход семян: Из 1 кг плодов получают 30-100 граммов семян.

В 1 кг сухих семян сибирских сортов – 60-70 тыс. семян; западноевропейских – 80-90 тыс. семян; среднеазиатских – 140-190 тыс. семян; закавказских - 100-125 тыс. семян.

Выход сока: средний 68,5-75,0%; максимальный – 75-92%.

Содержание масла в плодах (сок) среднее – 4,16-5,38%; максимальное – 5,47-6,46%.

В мякоти плодов сортовой облепихи выход масла обычно составляет 3,4-4,9%.

Содержание жира в % от сырой массы (в зависимости от сорта) – 6-9%.

ГЛАВА 3. РУЧНАЯ УБОРКА ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ

Уборка плодов облепихи возможна тремя способами:

- ручным, в том числе «по ягодке», с применением средств малой механизации (СММ) и устройств для очистки собранного вручную урожая от легковетесных примесей;
- полумеханизированным, с использованием пневматических машин;
- механизированным, с использованием простых вибрационных устройств с ручным управлением, вибрационных механизмов для колебания скелетных ветвей, вибрационных барабанов с пальцами непосредственно воздействующих на плодоносящие ветви, передавая им виброударные колебания, и машин с полностью законченным технологическим циклом.

В соответствии с этой классификацией каждому способу уборки плодов облепихи посвящена Отдельная глава книги.

На рис. 3.1 приведена классификация ручного способа уборки плодов облепихи.

К сожалению, сразу же следует констатировать, что в настоящее время основным способом уборки плодов облепихи является ручной способ с использованием средств малой механизации. Этот способ достаточно прост, Однако он малопроизводителен, обречен на значительные повреждения растений, что сказывается на их дальнейшей жизнедеятельности и плодоношении, длителен по циклу уборки, что приводит как к самопроизвольному опадению плодов (безвозвратные потери), так и к поеданию плодов птицами, в том числе перелетными, прекращающими перелет и уничтожающими плоды на плантациях облепихи.



Рис. 3.1. Классификация способов и средств для уборки плодов облепихи

В качестве средств малой механизации при ручной уборке плодов облепихи применяют крючки самых различных конструкций, с помощью которых плоды ошмыгивают с ветвей и другой ручной инвентарь [20].

На рис. 3.2. показаны лишь некоторые типы средств малой механизации для ошмыгивания плодов. В облепиховых хозяйствах таких СММ великое множество, не поддающееся учету.

Делались попытки применять моторизованный ручной инструмент (рис. 3.3), пневматические насадки различных типов и др. Однако все эти способы уборки не дали ожидаемого эффекта, а их применение, кроме пневматических насадок, приводило к повышенным потерям сока, оставлению части кожицы с плодоножками на ветвях и излишнему засорению вороха измельченными листьями, удаление которых на данном этапе развития техники является проблематичным, практически невозможным делом.

Ручной сбор плодов облепихи осуществляют чаще всего в лоток, навешиваемый на плечи сборщика (рис. 3.4, а). Иногда под деревом укладывают брезент, парусину, полиэтиленовую пленку и т.п. или подставляют под него специальный, легкий переносимый вручную, улавливатель (рис. 3.4, в).

Собранный ворох, состоящий из целых и дробленых плодов, веточек с плодами, листьев и т.п. очищают вручную. В зависимости от квалификации сборщика в ворохе содержится от 30 до 40% примесей от массы собранного урожая, на очистку которого затрачивается от 33 до 66% рабочего времени.

Очищенные от примесей плоды высыпают в специальные фанерные бочки (толщина стенок от 8 до 10 мм) вместимостью 40-50 кг (рис. 3.4, б) погрузка которых в кузов транспортного средства и выгрузка на заводе (в цехе) осуществляется вручную (иногда с привлечением женского труда, что категорически недопустимо).

В книге А.М. Михеева и В.И. Деменко [67] описан набор приспособлений для ручной уборки плодов облепихи (рис. 3.5; приведен без изменений). Эти приспособления находят широкое применение в частном садоводстве. В промышленном садоводстве применяют в основном крючки с фартуками (лотками) различной конструкции при обязательной замене марли на пластмассовую пленку.

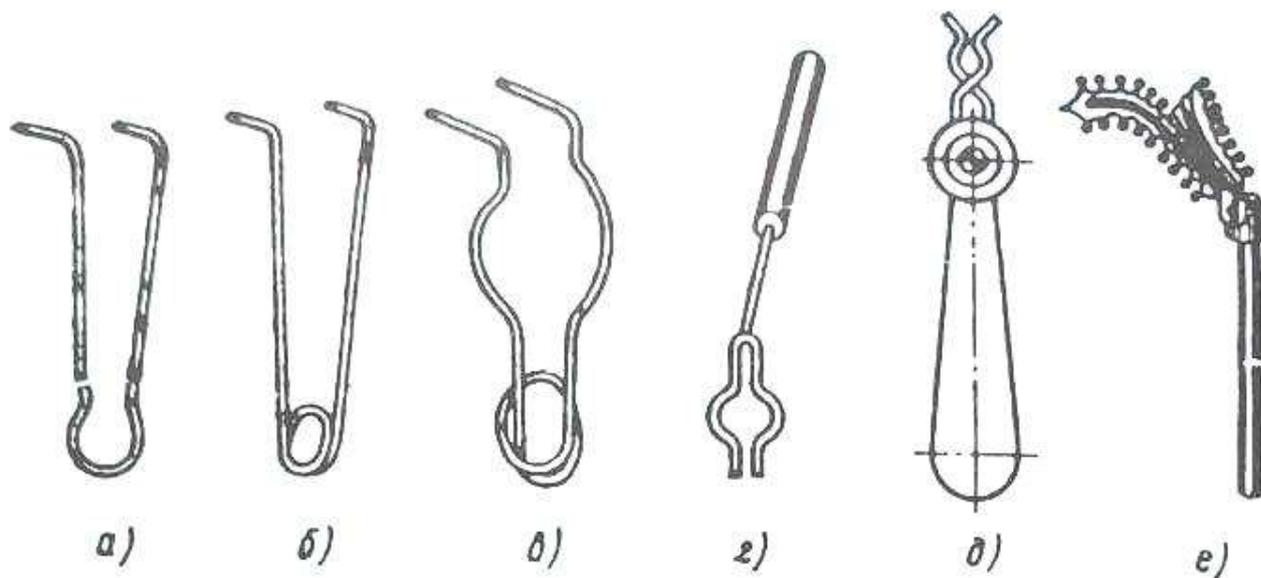


Рис.,3.2. Схемы некоторых средств малой механизации для съема ягод облепихи:

а – крючок простой; б, в – крючки увеличенной жесткости; г – крючок фигурный с ручкой (авт. свид. № .179 ХД1), д – фигурный с ручкой (авт. свид. № 1195941); е – гребенчатый съемник (авт. свид. № 526321)

А.М. Михеев и В.И. Деменко, описывая уборку урожая, полностью перекликаются с другими авторами, указывая, что сбор плодов очень трудоемкая работа, составляющая около 90% затрат при возделывании облепихи.

Высказывания автора о желательности иметь на участке кусты облепихи со сдержанным ростом, крупными плодами разных сроков созревания, подтверждаются исследователями в разных регионах России.

Авторы классифицируют некоторые сорта облепихи по срокам созревания следующим образом:

- сорта раннего срока созревания: Витаминная, Новость Алтая, Чуйская;
- сорта среднего срока созревания: Дар Катуни, Обильная, Великан, Превосходная, Самородок, Масличная;
- сорта позднего срока созревания: Золотой початок, Золотистая, Янтарная, Оранжевая.

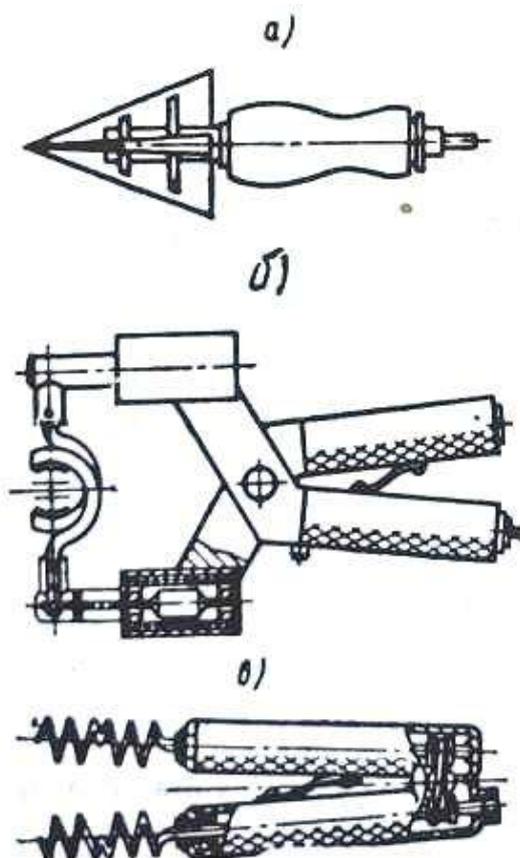


Рис. 3.3. Схемы некоторых видов моторизованных инструментов для съема плодов облепихи:

- а – вращающийся конус, образованный гибкими капроновыми нитями (авт. свид. № 382384);
- б – специальные зажимы (авт. свид. № 680684);
- в – вращающиеся пружины (авт. свид. № 651748)

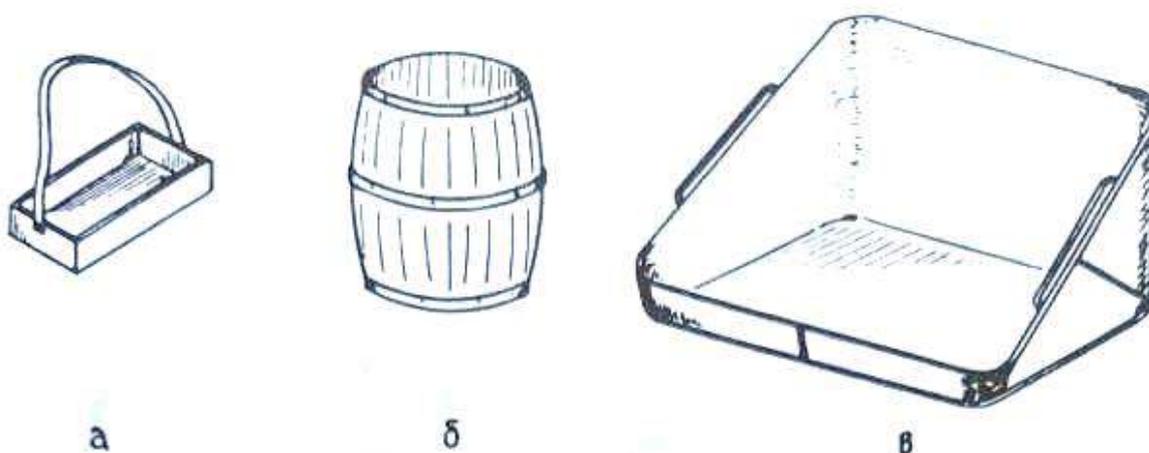


Рис. 3.4. Некоторые виды тары для улавливания вороха и транспортировки ягод на перерабатывающий завод: а – лоток, навешиваемый на плечи сборщика; б – бочка; в – улавливатель вороха, переносимый вручную

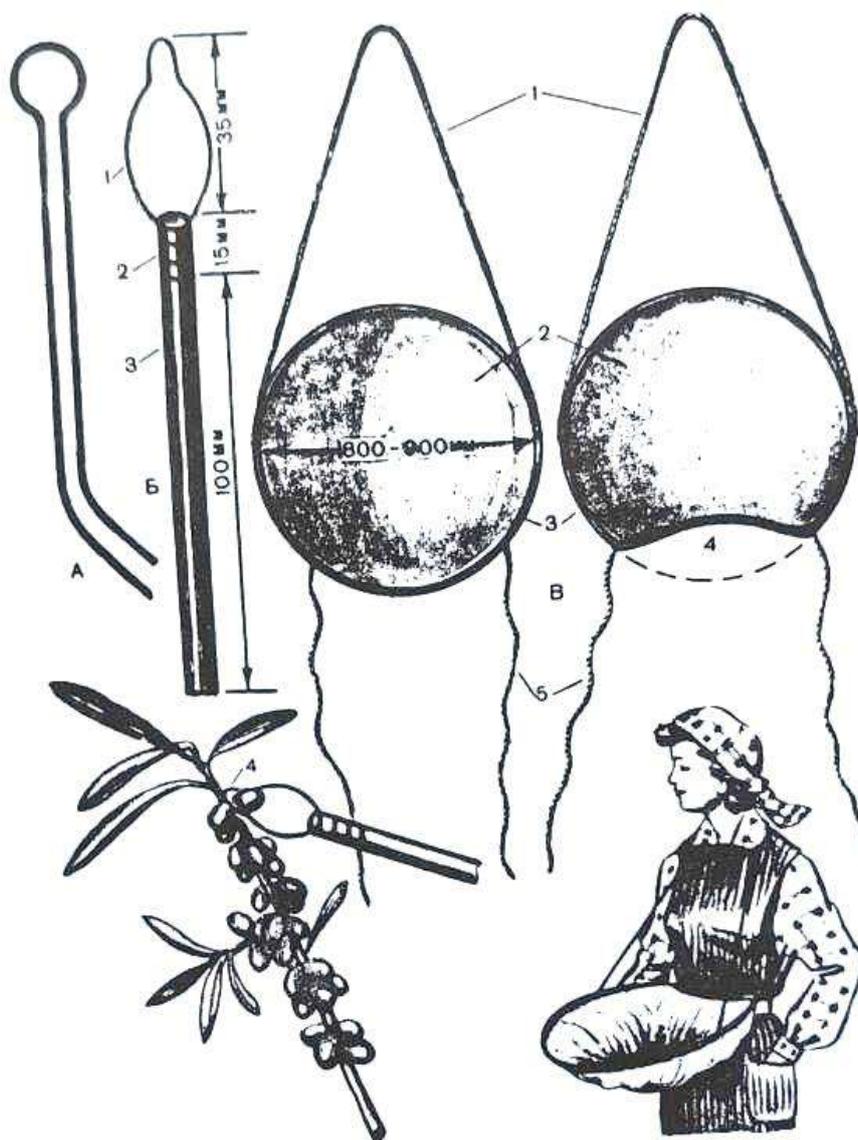


Рис. 3.5. Приспособления для ручного сбора плодов облепихи:

А – проволочный скребок (крючок); **Б** – петелька «кобра»; 1 – петелька; 2 – медная проволока; 3 – деревянная ручка; 4 – техника съема плода; **В** – фартук; 1 – тесьма, надеваемая на шею; 2 – марля; 3 – обруч из проволоки диаметром 2,5-3,0 мм; 4 – прогиб обруча по талии сборщика; 5 – тесьма для завязывания на талии сборщика

Далее авторы указывают на принципиальную возможность уборки плодов, особенно в Сибири, после установления морозов ниже 16°C. В таких случаях ударами палкой по стволу можно снять урожай плодов. Однако, для частного садоводства этот способ уборки плодов они не рекомендуют, так как при перезревании плодов происходят значительные потери масла и биологически активных веществ (БАВ). К тому же часть урожая склевывают птицы.

Для частного садоводства авторы рекомендуют собирать урожай, срезая секатором «слепые» плодоносящие побеги (рис. 3.6).

«Слепые» плодоносящие побеги имеют лишь несколько листочков на конце и после плодоношения все равно отмирают, поэтому удаление их не причиняет ущерба растениям.

Количество таких побегов может достигать 50% от общего числа плодоносящих. Плоды со срезанных побегов можно снять (оторвать, срезать) в удобных условиях в помещении.

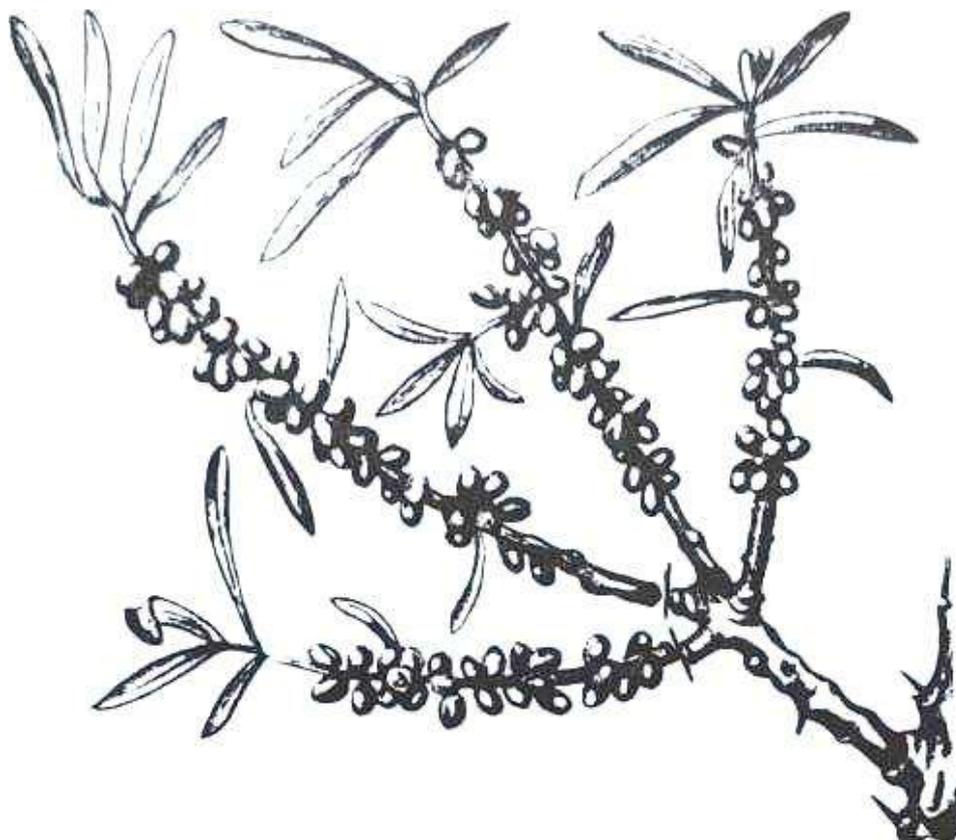


Рис. 3.6. Срезка «слепых» плодоносящих побегов

При уборке на участке мелкоплодных сортов облепихи вручную «по ягодке», без применения приспособлений, сборщик может собрать за 7 ч 5-6 кг плодов.

При уборке сортов с крупными плодами, длинными плодоножками, сухим отрывом производительность труда возрастает в 1,5-2 раза.

Использование приспособлений, например «расчесок», при съеме плодов в перевернутый зонт позволяет ускорить уборку урожая в 2-3 раза.

Применение проволочных крючков увеличивает производительность труда на уборке плодов, по сравнению со сбором «по ягодке», в 3-4 раза.

Эти нормы уборки плодов подтверждаются многими другими учеными [43, 84].

На рис. 3.7 и 3.8 показано простое и оригинальное приспособление в виде рукавицы инженера А.Ф. Набоко, предназначенное для сбора плодов облепихи, в первую очередь, в любительских садоводческих хозяйствах.

Приспособление (Авт. свид. № 808039, БИ № 8, 1981. Приоритет от 24.09.1079), по мнению автора, обеспечивает повышение производительности и улучшение условий труда при уборке облепихи.

Приспособление содержит (рис. 3.7) рукавицу 1 из плотного материала, например брезента, к которой с лицевой стороны крепится гребенка (из металла или пластмассы) в виде прямоугольной пластины 2 с загнутой частью 3. При этом с целью предохранения большого пальца от повреждений и обеспечения плотного, но не жесткого прижатия ветви к гребенке, одна сторона 4 большого пальца, обращенная к гребенке, выполнена из более плотного материала, например кожи.

Нижняя часть рукавицы снабжена улавливателем в виде рукава 5, соединена с тарой для ягод. Задняя часть кромки рукава 5 крепится к рукавице 1 наглухо, а передняя часть снабжена

гибким каркасом 6, концы которого прикреплены к рукавице таким образом, что при сгибании ладони гибкий каркас 6 выгибается наружу от ладони и обеспечивает максимальное открытие улавливателя 5. Для более качественной работы вершины зубьев 7 гребенки и впадины между ними скруглены, а сами зубья 7 гребенки могут быть заточены.

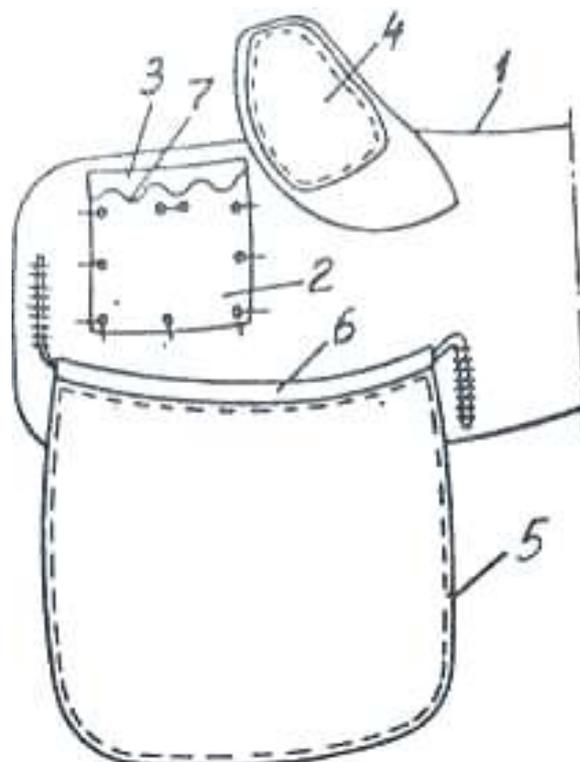


Рис. 3.7. Приспособление в виде рукавицы для уборки облепихи

Приспособление работает следующим образом (рис. 3.8).

Рукавицу надевают на руку, ветку обхватывают ладонью и большим пальцем, прижимая к гребенке. Затем двигают рукавицу от основания ветки к вершине, осуществляя ошмыгивание ягод, которые падают в улавливатель, имеющий при сжатой ладони максимально открытое положение (за счет изгиба каркаса от ладони).

После ошмыгивания одной ветки ладонь разжимается, гибкий каркас распрямляется и прижимает верхнюю часть улавливателя к ладони. Это создает большие удобства при подведении рукавицы к другой (очередной) ветви. Далее цикл повторяется.

Применение простейшего приспособления в виде рукавицы, которую можно изготовить в любом, даже самом малом садовом участке, позволяет увеличить производительность труда на уборке облепихи, улучшить условия труда за счет ее простоты и удобства в работе и, что немаловажно, исключить повреждения рук при этих малоприятных работах.

Следует отметить, что эффективность ручной уборки плодов облепихи напрямую зависит от времени уборки. Оптимальным сроком ручной уборки плодов многие ученые и производственники считают состояние плодов в стадии технической зрелости (спелости), когда плоды с ветвей могут быть ошмыгнуты целыми. При переходе плодов в стадию ботанической (биологической) зрелости (спелости) съем плодов ошмыгиванием практически противопоказан, так как легкое прикосновение крючков с плодами приводит к их повреждению – а это потери соком, оставление плодоножек с частью кожицы на ветвях, т.е. увеличение безвозвратных потерь урожая.

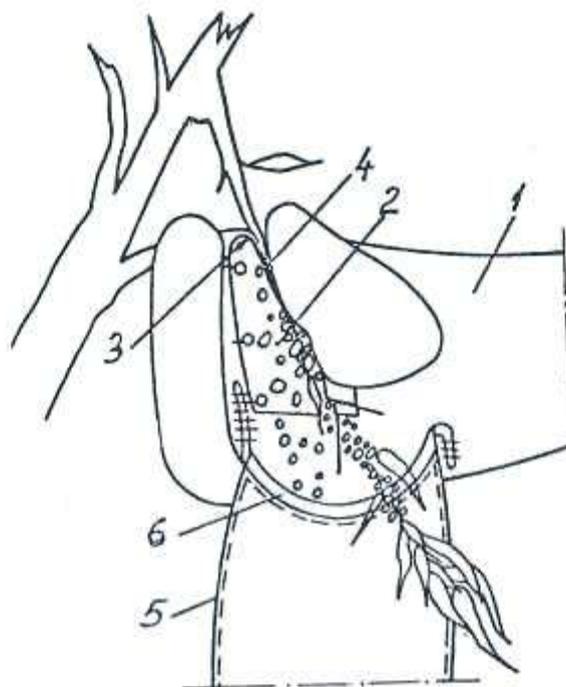


Рис. 3.8. Процесс уборки плодов облепихи с помощью рукавицы:

Неизбежность ручной уборки плодов облепихи потребовала от инженеров решить проблему снижения затрат труда по очистке плодов ручного сбора от примесей.

Практика показала, что на очистку плодов от листьев и других примесей, в том числе на отрыв плодов от веточек, снятых крючками, приходится затрачивать более половины рабочего времени [5, 8, 26, 29, 52,67].

В конце семидесятых – начале восьмидесятых годов XX столетия, с целью решения вопроса по очистке плодов облепихи ручного сбора от примесей, были предложены десятки устройств, на уровне изобретений, а также разработаны и внедрены в некоторых крупных облепиховых хозяйствах оригинальные, заслуживающие внимания очистительные устройства.

Ниже показаны лишь некоторые устройства для очистки плодов ручного сбора от примесей.

Примечание. Некоторые авторы в своих работах называют плоды облепихи ягодами. Полагаем, что это не принципиально важно. Описывая работы различных авторов, мы оставили ту терминологию, которую они применяли.

В.Э. Маге и В.И. Анищенко предложили устройство для очистки ягод от примесей (Авт. свид. № 820709, БИ № 14, 1981. Приоритет от 24.10.1978), предположительно уменьшающие потери ягод.

Устройство (рис. 3.9) состоит из вентилятора 1, рабочее колесо 2 которого установлено на подшипниках 3 во входном патрубке 4. За рабочим колесом 2 закреплена сетчатая поверхность 5 в виде конуса, который соединяется с емкостью 6 со смотровым окном 7 и сливной горловиной 8.

Устройство работает следующим образом.

При вращении рабочего колеса 2 воздух с удаляемыми из вороха примесями с некоторым содержанием ягод засасывается во входное отверстие 4. При этом примеси по инерции проходят к задней стенке и, ударяясь о сетчатую поверхность 5, сходят по ней в кожух вентилятора 1, где подхватываются воздушным потоком и выбрасываются в атмосферу. Ягоды же, содержащиеся в примеси, ударяются о сетчатую поверхность 5 и разбиваются, а

затем через отверстия сетки стекают в емкость 6. После наполнения емкости 6 суслом, уровень которого контролируется через смотровое окно 7, ее опорожняют.

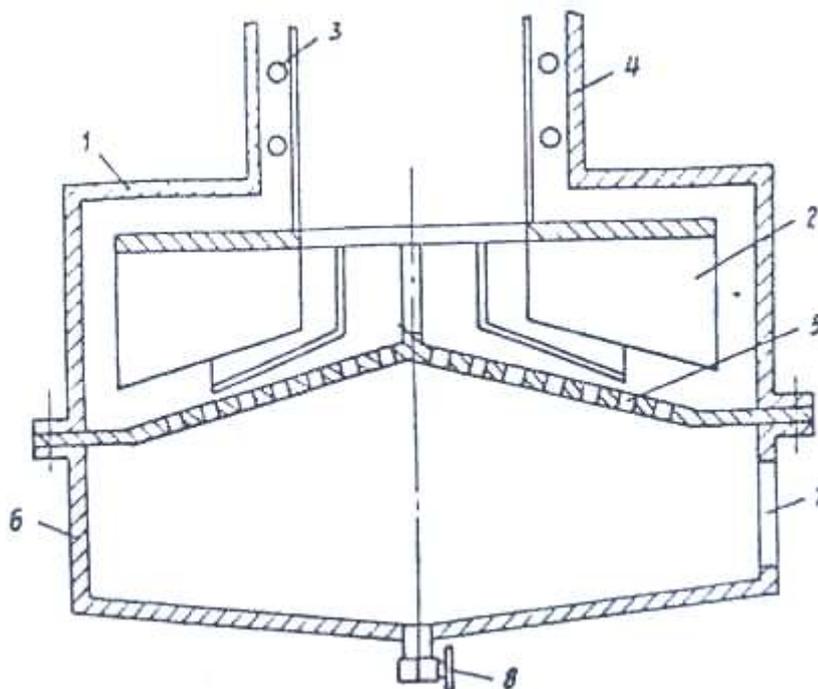


Рис. 3.9. Схема устройства для очистки ягод от примесей

Предлагаемое изобретение, по мнению авторов, позволяет сократить потери ягод на 3-4%.

Нам неизвестно в каких облепиховых хозяйствах применяется данная конструкция устройства для очистки ягод от примесей. С другой стороны авторы не указывают утилизируются ли примеси, смоченные облепиховым соком, из которых можно приготовить витаминную муку, а в отдельных случаях ценное облепиховое масло. Из изобретения не просматривается как ведут себя веточки с ягодами – уносятся с воздухом или в период соприкосновения их ягоды успевают разбиться. При этом важно оторвется ли кожица от веточки или останется на уносимой воздухом веточке. Если кожица уносится с веточкой воздухом, то практическая реализация этого изобретения не имеет смысла, ибо кожица является одним из основных компонентов при получении облепихового масла.

А.А. Даштоян, Г.П. Варламов, И.Л. Майковский и др. предложили устройство для очистки ягод от примесей (Авт. свид. № 895330, БИ № 1, 1982. Приоритет от 26.05.1980).

В предлагаемом устройстве очистка ягод от примесей происходит за счет разницы аэродинамических свойств ягод, листьев и других примесей.

Однако иногда вместе с легковесными примесями мелкие или раздробленные ягоды, имеющие небольшую массу, могут выбрасываться вместе с примесями, т.е. могут происходить потери при очистке ягод от примесей.

Целью данного изобретения является уменьшение потерь ягод при очистке. Это достигается тем, что выносной патрубков разделен сетчатым транспортером на две камеры, а размещенные поперек полотна транспортера стенки камер установлены шарнирно с возможностью изменения угла их наклона. Концы стенок камер, примыкающие к полотну сетчатого транспортера, выполнены эластичными.

Устройство (рис. 3.10) работает следующим образом.

В процессе работы ворох с подающего транспортера 4 попадает в зону сепарации рабочей камеры 1. Ягоды, обладающие большей скоростью витания, чем примеси, выпадают в накопительную емкость 5.

Мелкие плоды вместе с примесями уносятся воздушным потоком, создаваемым вентилятором, к сетчатому транспортеру 3, который выносит притянутые к нему ягоды и листья в расширяющуюся часть рабочей камеры (на рисунке она видна внизу), к задней ее стенке. Так как площадь сечения (объем) в этой части рабочей зоны камеры больше, скорость воздушного падает. Вследствие этого мелкие ягоды отрываются от поверхности сетчатого транспортера и по наклонной задней стенке рабочей камеры скатываются в накопительную емкость.

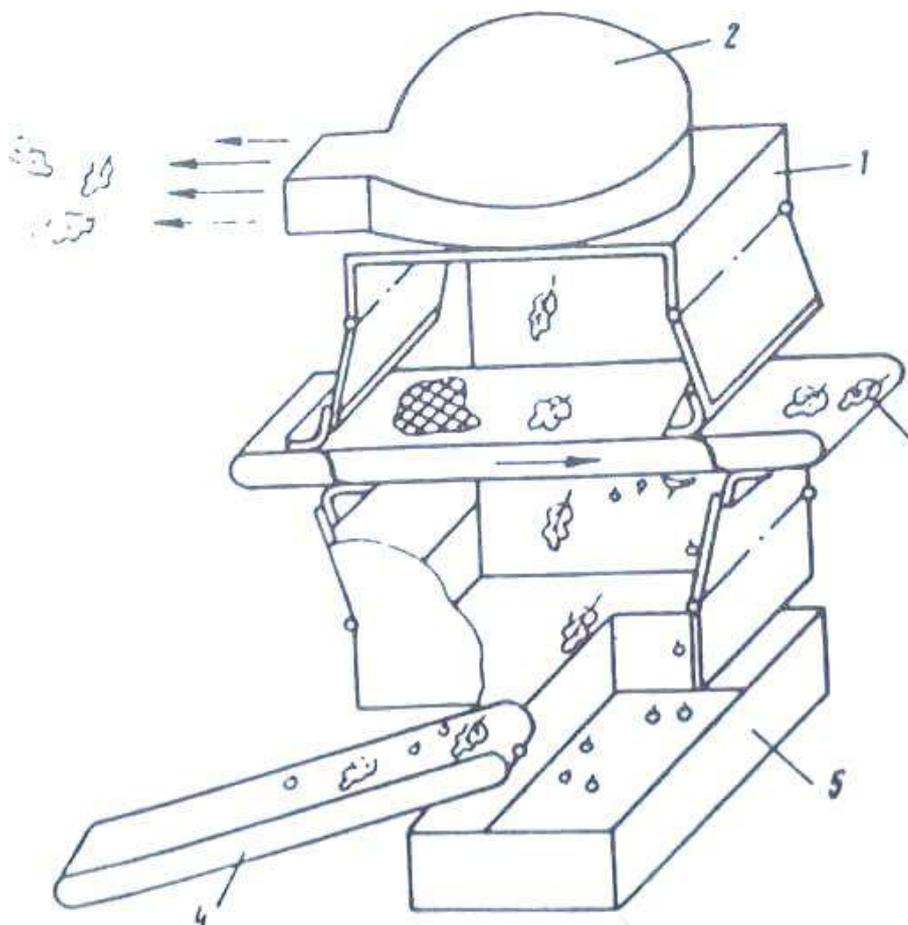


Рис. 3.10. Схема устройства для очистки ягод от примесей

Листья же выносятся из зоны отдува или далее заводятся в зону камеры меньшего размера (вверх), где отсасываются воздухом и выбрасываются наружу.

Использование устройства позволяет резко снизить потери ягод при очистке их от примесей. Оно впоследствии внедрено в Установку УОП-0,3 для очистки плодов облепихи от примесей.

А.П. Синельников, А.А. Даштоян, Г.П. Варламов и др. предложили машину для очистки ягод (Авт. свид. № 822784, БИ № 15, 1981. Приоритет от 25. 06.1979), вся техническая новизна которой внедрена в Установку УОП-0,3 для очистки плодов облепихи от примесей.

Целью изобретения является улучшение качества очистки плодов облепихи от примесей и устранение сводообразования в осаждающей камере. Эта цель достигается тем, что канал и осаждающая камера снабжены сетками, причем сетка, размещенная в канале, установлена шарнирно с возможностью регулирования угла ее наклона, а сетка осаждающей камеры расположена с зазором относительно внутренней поверхности камеры. Это нововведение в машину позволило исключить некачественную очистку плодов от примесей,

часть из которых (особенно листва), в первых конструкциях машин, налипала на скатной доске, что предопределяло неравномерное поступление вороха в сепарационный канал и, как следствие, его перегрузку и, соответственно, плохую очистку плодов от примесей в моменты перегрузки.

На рис. 3.11 показана схема машины и оригинальные места I и II. Все узлы машины монтируются на раме 1.

Машина работает следующим образом.

Собранные плоды облепихи с примесями загружают на механизм 2 транспортировки вороха, который подается им в сепарационный канал 5 по аспирационной сетке 3, где под действием всасывающего воздушного потока, создаваемого вентилятором 6, происходит отделение примесей от плодов. Плоды облепихи, имеющие большую скорость витания по сравнению с листьями и другими легковесными примесями, падают вниз в емкость 7 для накопления плодов, а примеси поступают в осаждающую камеру 4. На ворох, поступающий по аспирационной сетке 8, действует воздушный поток, препятствующий налипанию на ней листьев и других примесей. Угол наклона аспирационной сетки 8 регулируется с помощью винтовой пары 12, соединенной посредством шаровых шарниров 10 и 11.

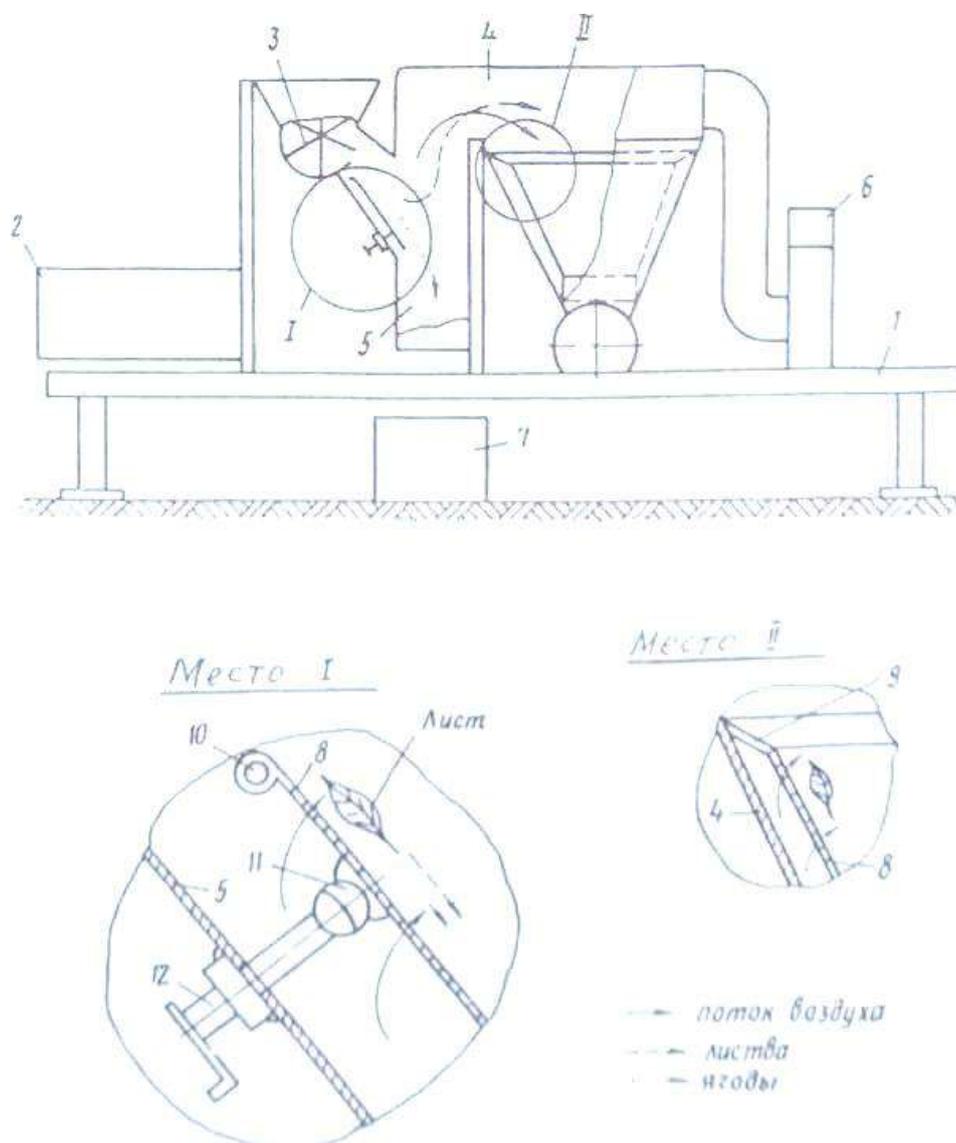


Рис. 3.11. Схема машины для очистки плодов облепихи от примесей

Часть листьев и веточек, смоченных облепиховым соком, попадает на аспирационную сетку 8, закрепленную с помощью фланцев 9 на внутренней поверхности камеры. Поток воздуха, проходящий через сетку 8, устраняет прилипание листьев и сводообразование в осаждающей камере 4. Применение данного изобретения позволяет исключить ручную очистку плодов.

А.А. Даштоян, Г.П. Варламов, Л.А. Карпеченков, А.В. Вишняков и Н.Т. Титов предложили машину для очистки ягод от примесей (Авт. свид. № 1132903, БИ № 1, 1985. Приоритет от 14.09. 1981) с параметрами, полностью заложенными впоследствии в установку УОП-0,3 для очистки облепихи от примесей, успешно прошедшую государственные испытания в 1983 г. и получившую рекомендацию в производство.

Машина для очистки ягод от примесей (рис. 3.12) содержит раму 1, с установленными на ней подающим транспортером 2, осаждающей камерой 3, соединенной с вентилятором 4, сепарационным каналом 5 и дозатором 6, шнеком 7 для отвода и прессования примесей и емкостью 8 для очищенных ягод. В верхней части осаждающей камеры 3 установлено заградительное колено 9, на входном отверстии которого закреплена сетка 10.

В машине для очистки ягод от примесей отношение площади сечения сепарационного канала к площади осаждающей камеры определяется выражением

$$F_{\text{кан}}/F_{\text{кам}} = 0,1-0,13$$

где $F_{\text{кан}}$ – площадь сечения сепарационного канала в зоне сепарации, $F_{\text{кам}}$ – площадь сечения осаждающей камеры в зоне соединения с сепарационным каналом.

Машина работает следующим образом.

Собранная масса загружается сборщиком на подающий транспортер 2, который подает ее в сепарационный канал 5, где под действием всасывающего воздушного потока, создаваемого вентилятором 4, происходит отделение листы от ягод. Обладая малой парусностью, ягоды падают вниз в емкость 8, а листья и некоторая часть ягод с листвою втягивается потоком воздуха в осаждающую камеру 3.

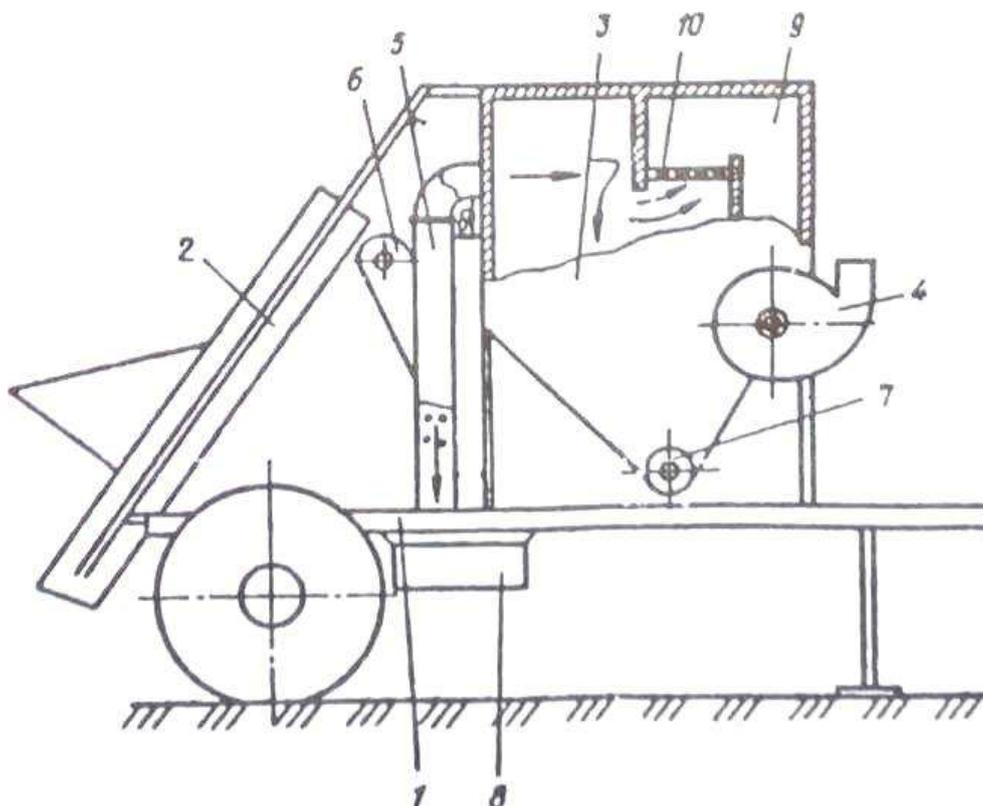


Рис. 3.12. Машина для очистки ягод от примесей

Далее транспортируемая потоком воздуха масса, ударившись о заградительное колено 9, на входном отверстии которого закреплена сетка 10, попадает на дно камеры 3 и поступает в шнековый пресс 7, где осуществляется отжимание сока из ягод, находящихся на веточках, и сока, находящегося на поверхности листы.

При уборке ягод облепихи вручную почти 60% времени затрачивается на очистку ягод от примесей.

Применение предлагаемой машины даст экономический эффект в народном хозяйстве 18 тыс. руб. (по ценам на III кв. 1981 г.).

В ряде крупных облепиховых хозяйств для очистки плодов облепихи ручного сбора от примесей применяют различные устройства и установки, в том числе стационарные, изготавливаемые в мастерских самих хозяйств.

Так, в крупнейшем облепиховом хозяйстве «Облепиховый» Бурятия, более 25 лет работают стационарные очистители плодов облепихи ручного сбора от примесей собственной конструкции (рис. 3.13) производительностью 1 т за 8 часов.

Процесс очистки плодов от примесей заключается в следующем. Воздушный поток, создаваемый вентиляторами ВМ-5 или ВМ-12, через нагнетательный рукав 2 поступает к соплу (продольная щель), расположенному под загрузочным лотком 1, на который рабочие высыпают неочищенный ворох. Параметры воздушного потока устанавливаются (регулируют визуально, в зависимости от состава предполагаемого к очистке вороха) с помощью жалюзи на целевом сопле.

Под действием воздушного потока, скатывающийся с лотка 1 ворох, разделяется на две фракции: очищенные плоды и примеси (листья, плодовые веточки, плодовые образования и др.). Очищенные плоды поступают на скатную доску 3 и с нее в тару 6, а примеси выдуваются на скатную доску 4. Наборный заградительный щиток 5 предотвращает скатывание ягод на скатную доску 4.

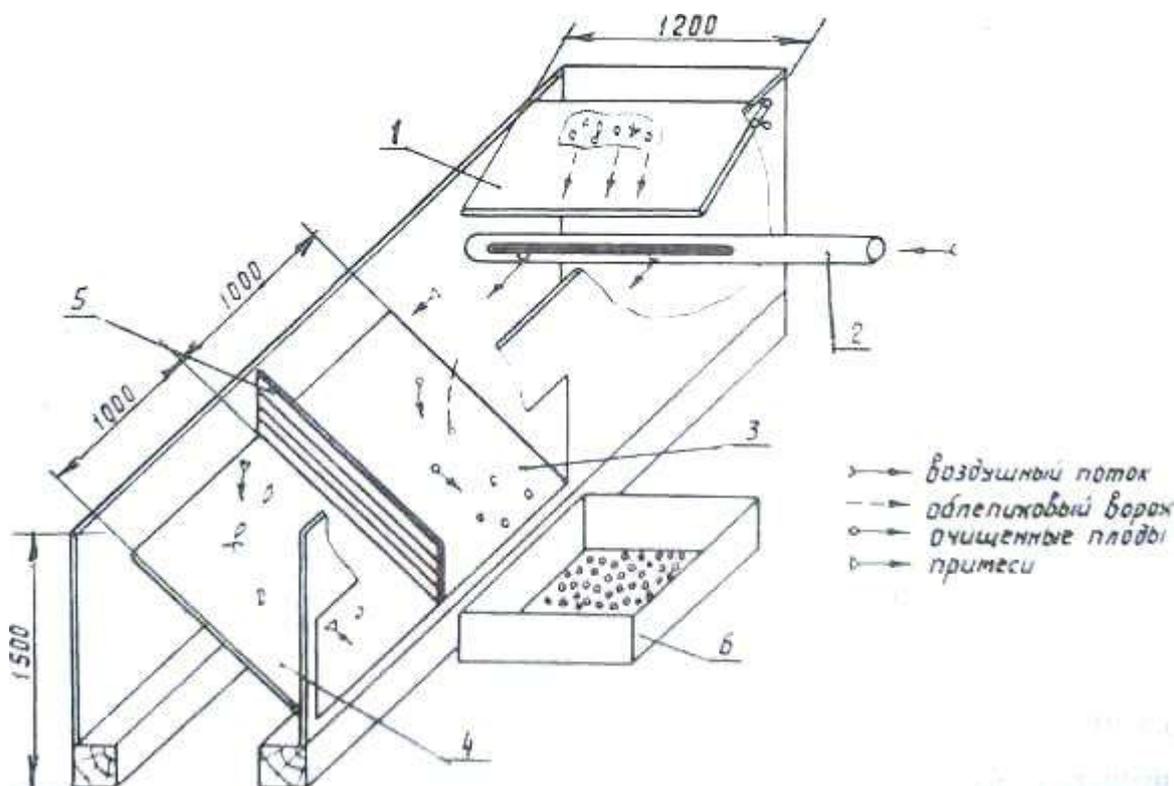


Рис. 3.13. Технологическая схема стационарного очистителя плодов облепихи от примесей конструкции совхоза «Облепиховый» (Бурятия)

В совхозе «Облепиховый» в сезон уборки урожая облепихи одновременно работает не менее 10 таких установок.

Подобное простое устройство по очистке плодов облепихи от примесей выдает иногда плоды с большим процентом примесей. В связи с этим возникает необходимость в их дополнительной ручной доочистке. Однако простота устройства, его сравнительная дешевизна, возможность изготовления практически в любом хозяйстве, дает право на его существование наряду с более сложными очистительными устройствами.

В конце семидесятых - начале восьмидесятых годов специалисты считали, что в ближайшие годы основным способом уборки плодов облепихи будет ручной способ при котором, в зависимости от квалификации сборщиков, на очистку плодов ручного сбора от примесей затрачивается, как уже было сказано выше, от 33 до 66% общего времени.

Поэтому были начаты интенсивные работы по созданию машины (установки) для очистки плодов ручного сбора от примесей при одновременном поиске путей механизированной уборки облепихи на существующем агротехническом фоне.

Созданием машины для очистки плодов облепихи от примесей занимались ВИСХОМ и НИИСС при участии ВИЛР.

В 1977 г. была разработана конструкторская документация, изготовлены и испытаны в совхозе «Сибирский» Алтайского края две первые мобильные машины для очистки плодов облепихи ручного сбора от примесей под условным наименованием «Установка для очистки облепихи от примесей УОП-77» (где цифра обозначала год создания установки). В последующие годы усовершенствованные установки изготавливались по 2 шт. ежегодно под условными марками УОП-78 и УОП-79.

К 1979 г. установка для очистки облепихи от примесей была полностью отработана, испытания ее в совхозе «Сибирский» показали, что она увеличивает производительность труда в 4-5 раз по сравнению с ручной очисткой плодов от примесей.

Установка была представлена на государственные испытания в 1983 г. [79]. Ей было официально присвоено наименование и марка «Установка для очистки облепихи от примесей УОП-0,3» (где цифра 0,3 обозначала производительность равная 0,3 т/ч по очищенным плодам).

В течение 1979-1987 гг. опытным заводом ВИСХОМа изготовлено 58 установок УОП-0,3, отдельные из которых успешно работают в некоторых облепиховых хозяйствах России и в странах СНГ до настоящего времени.

Ниже кратко описана Установка УОП-0,3 (рис. 3.14).

Установка УОП-0,3 предназначена для послеуборочной очистки от растительных примесей плодов облепихи, собираемых ручным способом.

Привод рабочих органов осуществляется от вала отбора мощности трактора Т-25 через карданный вал, редукторы, цепную и ременную передачу.

Установка УОП-0,3 (рис. 3.15) состоит из рамы 7, на которой смонтированы бункер 1, загрузочный транспортер 2, дозатор 3, сепарационная камера 4, осаждающая камера 5, вентилятор 6, пресс 8 с поддоном 9 и емкость 11 для очищенных плодов и емкостью для сока 10.

Технологический процесс работы установки УОП-0,3 заключается в следующем.. Оператор засыпает собранный ворох в бункер, откуда он по наклонному транспортеру, через шлюзовой дозатор, подается в сепарационную камеру, где под действием вертикального воздушного потока происходит разделение вороха на фракции.

Отдельные плоды и веточки с плодами без листьев или с небольшим количеством листьев, у которых скорость витания больше скорости воздушного потока, падают в специальную тару.

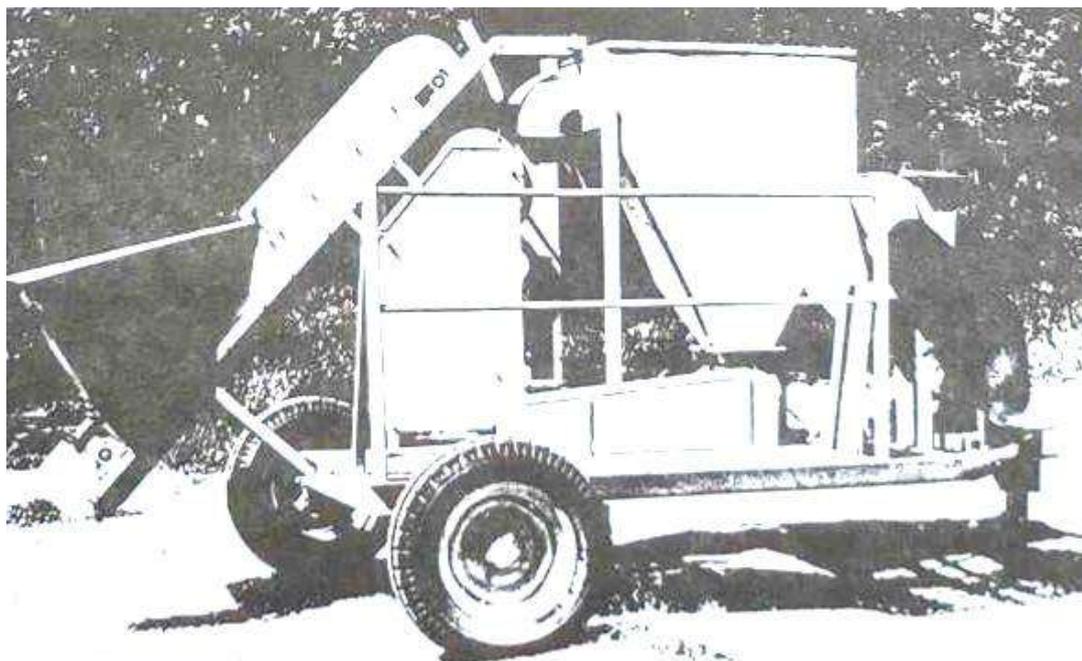


Рис. 3.14. Общий вид установки УОП-0,3 для очистки плодов облепихи ручного сбора от примесей

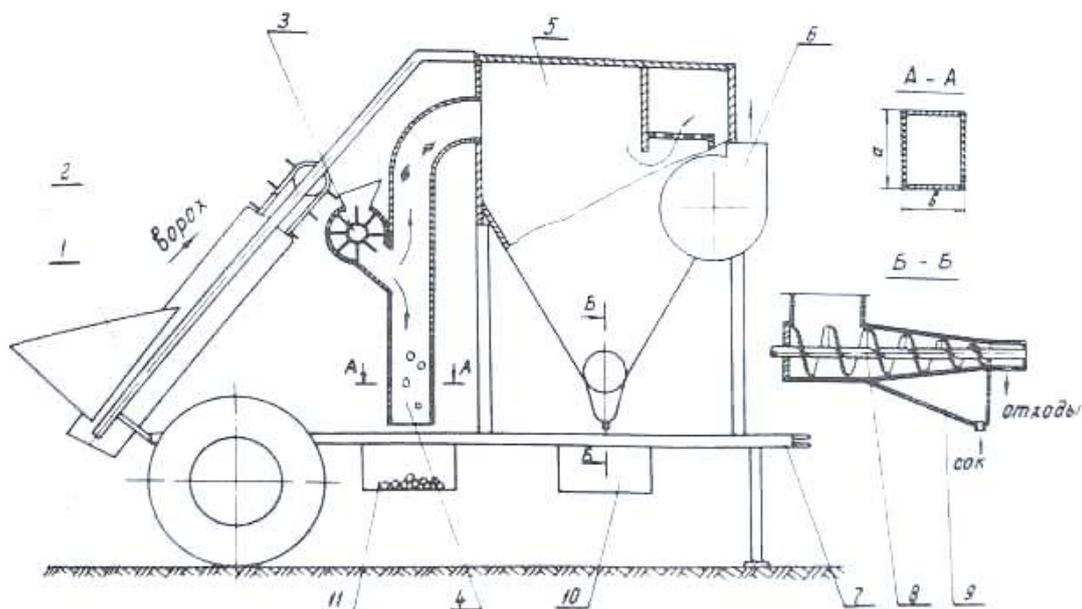


Рис. 3.15. Схема установки УОП-0,3 для очистки облепихи от примесей.

Примеси (листья, давленные плоды, веточки с листьями и небольшим количеством плодов), скорость витания которых меньше скорости воздушного потока, выносятся в осаждающую камеру, где за счет резкого уменьшения скорости воздушного потока и изменения характера движения, осаждаются вниз. Выгрузка примесей из осаждающей камеры осуществляется шнековым прессом, часть нижнего полуцилиндра которого выполнена из решета с круглыми отверстиями, что позволяет отводить имеющийся в примесях сок в отдельную тару.

Краткая техническая характеристика Установки УОП-0,3

Показатели	Данные	
	заводские	испытаний
Тип машины	Прицепная	
Привод	от ВОМ трактора Т-25	
Потребная мощность, кВт (л.с.)	-	1,67 (2,27)
Производительность, т/ч:		
основной работы	0,280	0,298
эксплуатационного времени	-	0,246
Количество обслуживающего персонала, чел:	2	2
Габариты машины, мм		
длина	4900	4900
ширина	2100	2130
высота	2200	2180
Общая масса, кг	910	912
Количество мест смазки, шт	9	10
Вентилятор:		
тип	Центробежный	
частота вращения, мин ⁻¹	2000±50	1880

Агротехническая оценка

Лабораторно-полевые испытания (Характеристика культуры)

Показатели	Данные	
	ворох ручного сбора	искусственно засоренный ворох
Культура, сорт	Облепиха сорта Дар Катуни	
Целые отдельные плоды, %	59,1	47,2
Давленные отдельные плоды, %	15,9	16,5
Отдельные листья, %	6,1	16,8
Соплодия и однолетний прирост с плодами и листьями, %	14,3	16,2
СОК, %	4,6	3,3
Масса плода, средняя, г.	3,7	
Диаметр плода, среднее значение, мм	5,0	
Средняя масса однолетнего прироста с плодами, г	27,5	
Средние размеры листа, мм:		
ширина	3,0	
длина	39,9	

Показатели работы машины

Наименование показателей	Значения показателей		
	машинная очистка плодов облепихи	очистка плодов облепихи вручную	машинная очистка искусственного вороха
Производительность, т/ч	0,298	0,017	0,278
Содержание примесей в очищенном материале, %	3,3	2,0	4,3
Выход плодов и сока после очистки, %	92,6	-	90,5

В результате испытаний Алтайская МИС отметила, что применение машины для очистки плодов облепихи ручного сбора от примесей экономически выгодно в зоне МИС и рекомендовала установку УОП-0,3 поставить на производство, так как она обеспечивает повышение производительности труда в 8 раз (Этот показатель превышает почти в 2 раза результаты, полученные разработчиками при заводских испытаниях установки УОП-0,3).

Для хозяйств, имеющих большие плантации облепихи, целесообразно для очистки облепихи ручного сбора от примесей применять стационарные пункты производительностью до 20 т/смену, оборудованные системой накопления готовой продукции и машинами для дальнейшей утилизации (переработки) всех отходов.

По заказу совхоза «Сибирский» ВИСХОМ разработал стационарный пункт для очистки облепихи ручного сбора от примесей производительностью 18-20 т за смену.

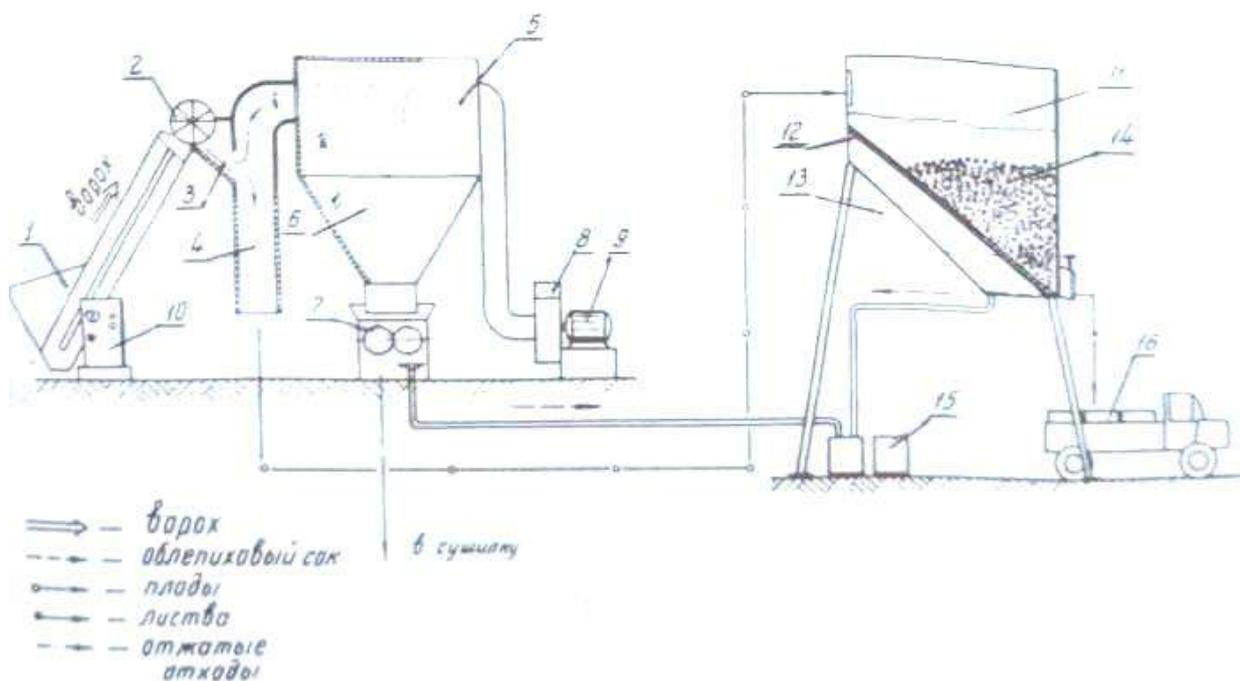


Рис. 3.16. Технологическая схема стационарного пункта для очистки облепихи от примесей:

Из технологической схемы стационарного пункта (рис. 3.16) видно, что ворох из бункера 1 с помощью механизма загрузки, включение и выключение которого осуществляется пультом управления 10, поступает на дозатор 2 и далее через скатную доску 3 в сепарационную камеру 4, где восходящим воздушным потоком, создаваемым вентилятором 8, приводимым в движение с помощью электродвигателя 9, разделяется на фракции. Очищенные плоды падают в нижнюю часть сепарационного канала и затем в емкость 11, которая с помощью

разделителя 12 делится на секцию сока 13 и секцию плодов 14. Готовая продукция поступает в тару 15 и в транспортное средство 16.

Примеси с частью плодов поступают в осаждающую камеру 5 и далее через ее выгрузную (наклонную) часть 6, оборудованную специальным дозатором, в пресс 7, где из них отжимают сок. Через систему трубопроводов сок направляют в секцию 13, а выжимки – на сушку для приготовления витаминной муки или в гранулятор для приготовления гранул.

Работы последних лет показали, что из этих выжимок можно приготовить высококачественное зеленое облепиховое масло и бальзамы (с небольшими добавками экстрактов из лекарственных трав).

Из изложенного выше вытекает важнейший вывод, что применение описанных выше устройств позволяет резко снизить затраты труда при очистке облепихи ручного сбора от примесей.

ГЛАВА 4. ПОЛУМЕХАНИЗИРОВАННЫЙ СПОСОБ УБОРКИ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ

Полумеханизированный способ уборки плодов облепихи возможен путем применения моторизованного инструмента с пассивными и активными рабочими органами и с использованием или с применением всасывающего (нагнетательного) воздушного потока (рис. 4.1).

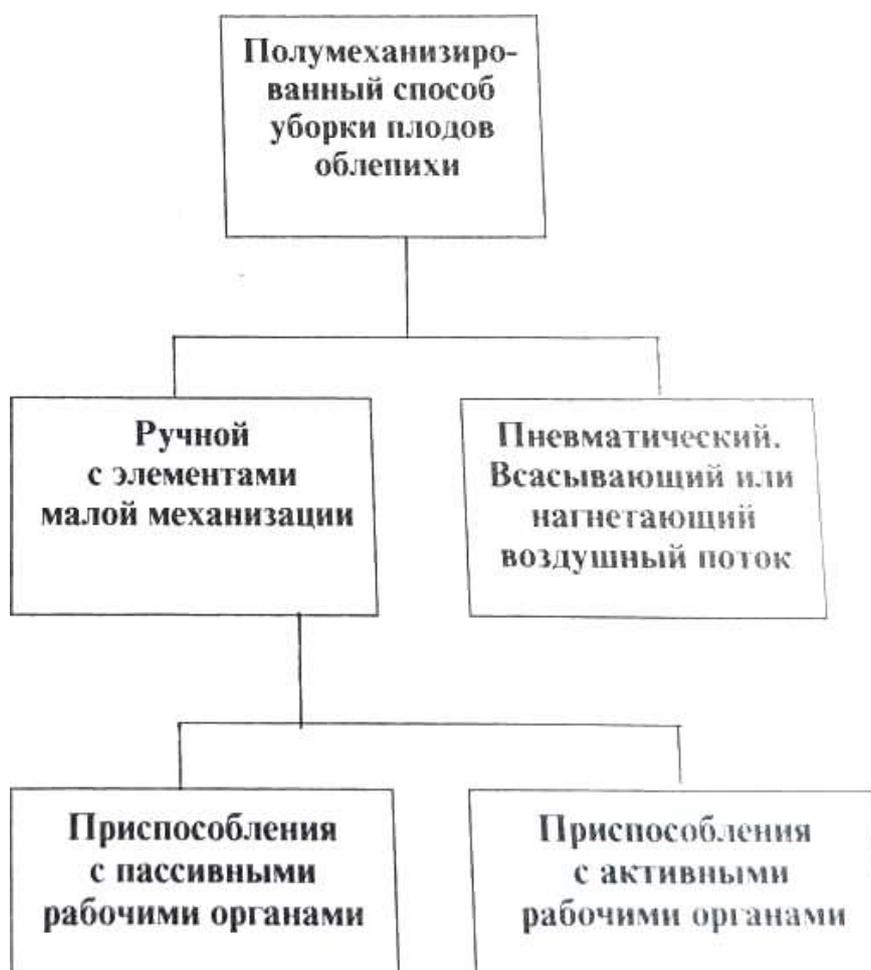


Рис. 4.1. Классификация полумеханизованного способа уборки плодов облепихи

В главе 3 показано, что механизация уборки плодов с помощью ручного моторизованного инструмента с исполнительными элементами в виде вращающихся винтовых спиралей, конусов, образованных гибкими нитями или эластичными ребрами, а также вибрирующих

серпообразных пластин с зубчатой нарезкой на концах повышения производительности, по сравнению с пружинными крючками, не дает и даже приводит к повышенным потерям сока, к излишнему загрязнению вороха измельченными листьями, удаление которых на данном уровне развития техники практически невозможно.

В связи с этим, в семидесятых годах XX столетия начаты поиски технических средств для пневматической уборки плодов облепихи, в том числе подача заявок на изобретения по различным устройствам для осуществления этого способа уборки.

Основополагающее изобретение по осуществлению пневматического способа уборки плодов облепихи получено директором ЭППХО, канд. с. х. наук С.Н. Ковалевым под наименованием “Аппарат для съема ягод, например облепихи” (Авт. свид. № 496014, БИ № 47, 1975. Приоритет от 03.12.1973).

Аппарат для съема ягод облепихи состоит (рис. 4.2) из пневмонасадки 2 с кольцевыми ножами 1 внутри, связанной гибким воздухопроводом 3 с накопителем 4, внутри которого расположены фильтры в виде сетчатых стаканов 5 и 6, входящими друг в друга. При этом на входе плода (ягоды) в накопитель установлено приспособление 7 для их дробления, выполненное в виде гребенки 8 с острыми верхними кромками, установленной на кронштейне 7, крепящемся с помощью болта к верхней части горловины емкости. Работа аппарата осуществляется следующим образом.

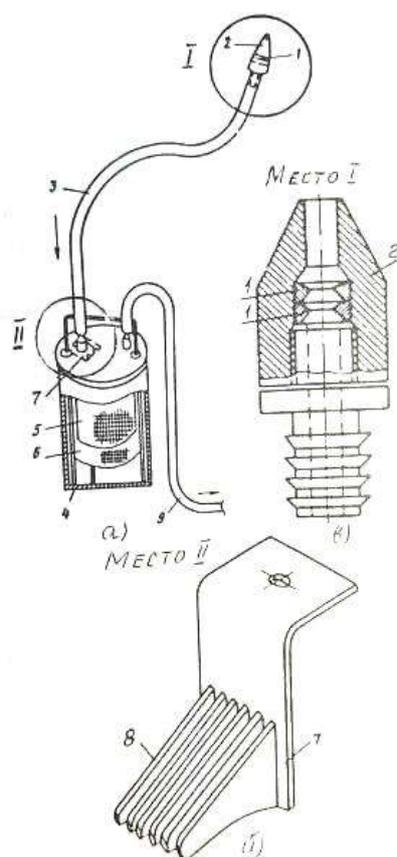


Рис. 4.2.. Схема аппарата для съема ягод облепихи (а), приспособления для дробления ягод (б) и пневматической насадки (в);

При создании в пневмосистеме аппарата необходимого вакуума, подведенная к ягодам пневмонасадка производит их отрыв в месте наименьшей связи плодоножки (с ветвью или ягодой). Снятые с ветвей ягоды, проходя насадку с кольцевыми ножами, получают предварительное (первичное) измельчение. Далее, по воздуховоду первично измельченный

ворох направляется в емкость, на входе которой установленная гребенка с острыми верхними кромками производит вторичное измельчение массы, поступающей затем во внутренний сетчатый фильтр емкости, где она и оседает. Отделившийся при этом сок и мелко измельченная мякоть проходит из фильтра 5 в фильтр 6 с более мелкими отверстиями, где происходит повторная очистка сока от примесей.

При остановке машин содержимое фильтров высыпается в центрифугу или под пресс (в цехе), где происходит отделение мезги от сока. Мезга направляется на сушку, сок из емкости и после центрифуги (пресса) сливается в крупногабаритную емкость. Если сок сразу же не идет на переработку, то в крупногабаритную емкость добавляются специальные консерванты, что позволяет хранить его сравнительно большое время без потери им своих товарных качеств.

Из описанной выше работы аппарата для съема ягод облепихи видно, что аппарат осуществляет процесс их сбора с одновременной первичной товарной переработкой.

Данная технология и аппарат для уборки облепихи запатентована С.Н. Ковалевым применительно к своему хозяйству, имеющему цех по переработке облепихи.

Цех по переработке плодов облепихи расположен в центре облепихового сада (107 га). Максимальная удаленность плодоносящих участков облепихи (всего 87 га) находится от цеха на расстоянии до 500 м. Время транспортировки снятого урожая в саду до цеха не превышает 10-15 минут. Вся убранная продукция пускается в переработку в течение 4-х часов. Съем плодов осуществляется пневматическим способом.

Единовременно работают 6-7 машин и 3-4 машины находятся в резерве (в случае поломки машины, работающей в саду, она тут же заменяется другой, готовой для эксплуатации машиной). При большой урожайности каждой машине в саду придается комплект полностью готовых к работе емкостей, которые, при заполнении емкостей на работающей машине, могут быть в течение нескольких минут установлены на машину.

Технология С.Н. Ковалева найдет применение в хозяйствах, сады в которых расположены вблизи цеха по переработке облепихи.

Вместе с тем следует отметить, что с помощью пневматических машин можно убирать и целые плоды облепихи. Для этого необходимо убрать из пневматической насадки кольцевые ножи, а из емкости – приспособление для дробления ягод (иначе его называют рассекателем) и фильтры (при необходимости).

Вслед за заявкой на аппарат для съема ягод облепихи, С.Н. Ковалевым подана заявка на изобретение под наименованием “Пневматическая насадка для съема ягод” с приоритетом от 24.01.1974. Несмотря на более поздний срок заявки, по сравнению с аппаратом, на эту заявку было выдано Авт. свид. № 471089, БИ № 19, 1975 несколько раньше, хотя принципиального значения это не имеет.

Данное изобретение относится к пневматическим устройствам для сбора ягод облепихи.

В предлагаемой насадке, с целью увеличения полноты съема ягод, корпус выполнен в виде кожуха с желобообразной приемной формой, а приспособление для надрезания ягод выполнено в виде пластины с отверстиями, по периметру которых расположены зубья. При этом перед пластиной размещена съемная накладка с отверстиями, соответствующими отверстиям пластины.

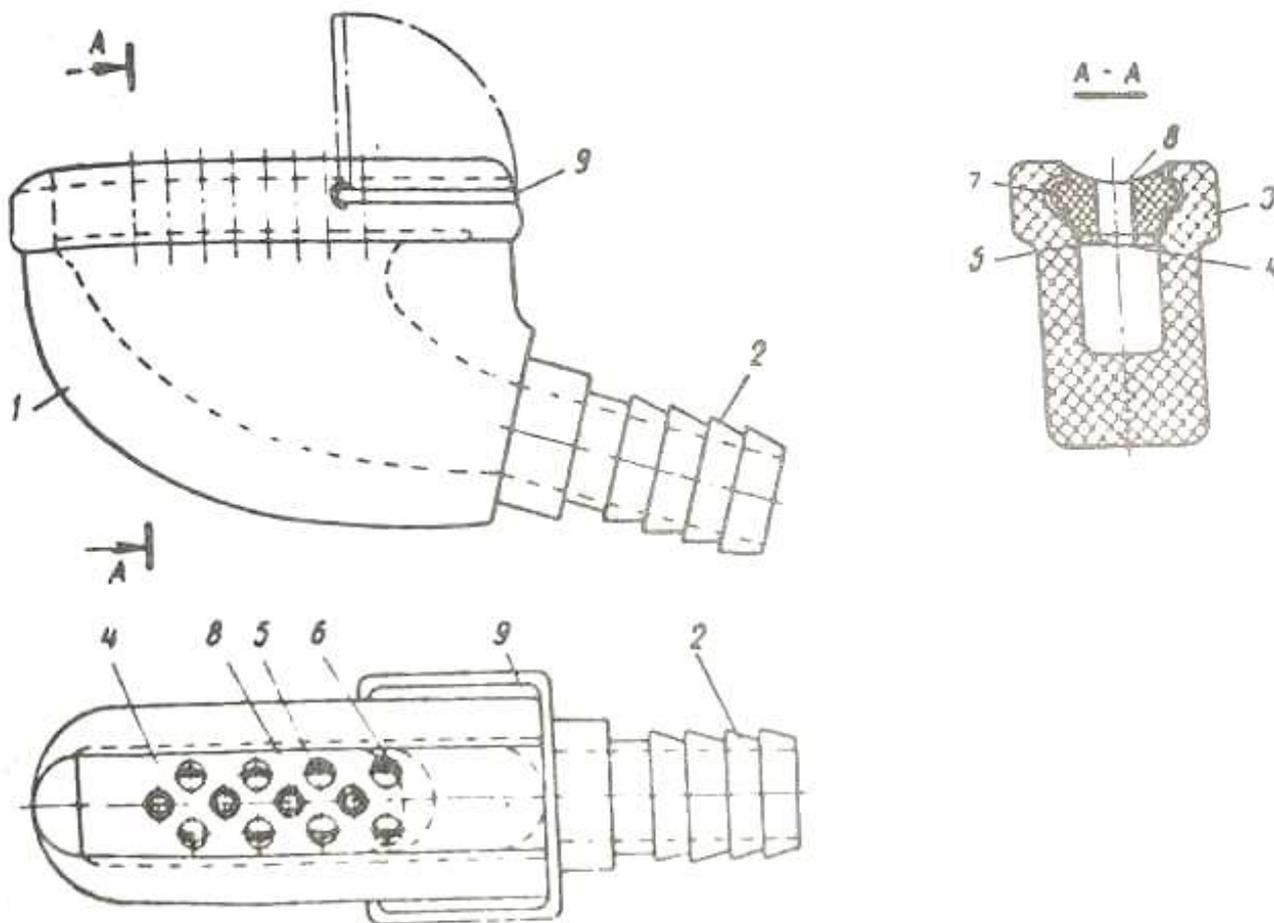


Рис. 4.3. Схема пневматической насадки для съема ягод облепихи

Пневматическая насадка (рис. 4.3.) включает в себя корпус 1, соединенный специальным штуцером 2, с воздухопроводом. Приемная часть 3 насадки выполнена желобообразной формы, в которой смонтировано приспособление для надрезания ягод, выполненное в виде пластины 4 с отверстиями 5. По периметру отверстий 5 предусмотрены зубья 6. Перед пластиной 4 расположена накладка 7 с отверстиями 8, соответствующими отверстиям 5. Накладка выполнена съемной; для удержания ее в боковых отверстиях корпуса 1 предусмотрен специальный фиксатор 9.

Насадка подводится к ветви с ягодами; благодаря желобообразной форме корпуса охватывается (по окружности) значительная часть ветви. При включении вакуума ягоды отрываются от ветви и по воздухопроводу направляются в сборную емкость.

Несмотря на описанные выше достоинства данной пневматической насадки, ее практическое использование при уборке ягод облепихи оказалось не всегда эффективным. Сравнительно большие размеры насадки, особенно при наличии на ветвях колючек, не позволяли плотно прижимать ее к ветви и ягоды находились на некоторых расстояниях от отверстий насадки и, как правило, не отрывались от ветвей, не обеспечивая полный съем ягод с ветвей.

Установлено, что насадка по авт. свид. № 496014 (см. рис. 4.2), достаточно хорошо работает в любых условиях при съеме ягод облепихи.

Пекишев Н.Б., Шаров В.Ф., Грехов В.В. предложили приспособление пневматического типа для сбора ягод облепихи (Авт. свид. № 810129, БИ № 9, 1981. Приоритет от 06.03.1979)

Приспособление (рис. 4.4) включает держатель 1 с пневмосистемой (на схеме не показана) подачи сжатого воздуха в рабочий орган, выполненный в виде установленного с

возможностью вращения в держателе 1 кольца 2 с зевом 3 для введения ветвей с ягодами. На внутренней поверхности кольца 2 установлены щетки 4, а на внешней - лопатки 5, к которым подключена пневмосистема подачи воздуха. На наружной поверхности кольца 2 имеется упор 6 для зацепления с собачкой 7. В держателе выполнен канал 8, служащий воздухопроводом от штуцера 9 к кольцу 2, которое является ротором. В держателе смонтирован клапан 10 с курком 11.

Приспособление работает следующим образом.

Обрабатываемую ветвь с ягодами оператор вводит в зев, образованный держателем 1 и кольцом 2, и нажимает на курок 11. Собачка 7 выходит из зацепления с упором 6, а курок 11 поднимает клапан 10. Сжатый воздух по каналу 8 направляется к кольцу 2. Давление воздуха на лопатки 5 кольца заставляет вращаться последнее, увлекая и щетку 4, которая, благодаря гибкости отдельных ее ворсинок, охватывает ветку со всех сторон и под действием сил вращения ротора производит отделения ягод от плодоножек. Сорванные ягоды попадают в улавливатель. Отделение ягод от ветви происходит за одно перемещение приспособления вдоль ветви в сочетании с вращательным движением ротора. По мнению авторов это повышает производительность труда. Расход воздуха на работу приспособления не указан.

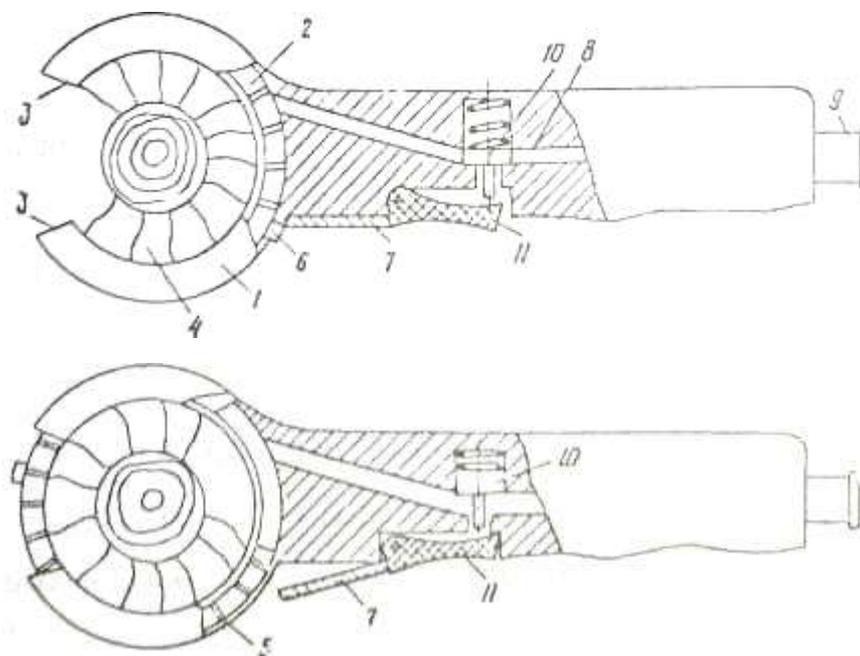


Рис. 4.4. Схема приспособления пневматического типа для сбора ягод облепихи:
верх – схема приспособления перед началом работы;
низ – схема приспособления при сборе ягод

В изобретении опущено описание важного узла (воздуходувной машины – это компрессор, насос и т.п.) и его возможная производительность, что позволило бы установить количество одновременно работающих приспособлений и согласиться или не согласиться с авторами об увеличении производительности труда при использовании данного приспособления.

Первые попытки создания машины (установки) для уборки плодов облепихи пневматическим способом относятся к середине 70-х годов XX столетия.

Так, в работе [78] В.Д. Бартенев и др. указывают, что отделом механизации НИИСС в 1974 г. разработана и испытана пневматическая установка, обеспечивающая повышение производительности труда в 3-4 раза по сравнению с ручным сбором.

Не приводя в работе экспериментальных данных и условий работы установки, авторы утверждают, что такая производительность явно недостаточна и далее пишут: «Проблема уборки облепихи с промышленных плантаций может быть решена только при повышении производительности труда в 70-100 раз по сравнению с ручным сбором», что может быть возможным при внедрении вибрационного способа уборки плодов облепихи.

В 1979 г. в журнале «Садоводство» опубликована статья по механизации уборки облепихи (Авт. Р.А. Ким, В.И. Земляков, В.Д. Бартенев), в которой описана пневматическая установка для сбора плодов облепихи (рис. 4.5).

Сбор плодов с помощью этой установки осуществляется следующим образом.

Оператор (рабочий) продвигает ручное сопло 1 вдоль ветви с плодами, которые под действием всасывающего потока воздуха попадают в патрубок 2. Здесь их плодоножки перерезают зубья 3 вращающегося цилиндра. Плоды по шлангу 4 попадают в сборную емкость 5, которая соединена шлангом 6 с вакуумным насосом, приводимого во вращение двигателем 8. Этот же двигатель приводит во вращение цилиндр с зубьями гибким валом 9.

Авторы указывают, что применение подобной установки позволяет механизировать уборку плодов облепихи, но не увеличивает производительность по сравнению с ручной уборкой.

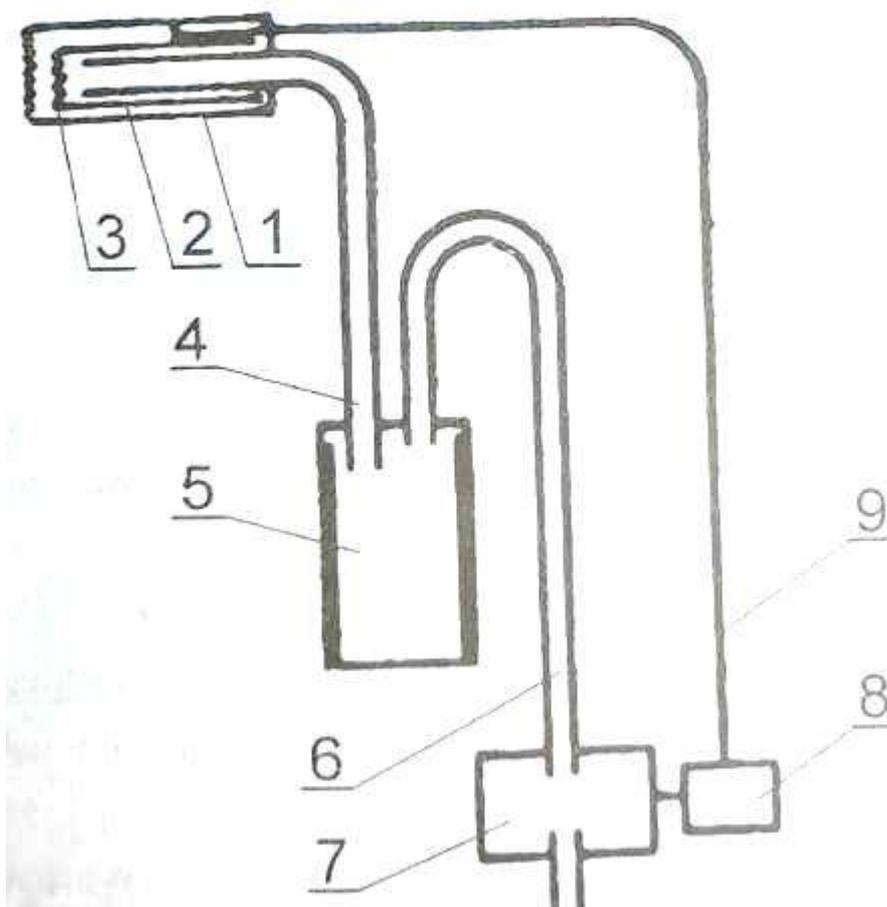


Рис. 4.5. Схема пневматической установки для сбора плодов облепихи

В работе [8] отмечается, что НИИСС изготовил и испытал установку для съема плодов облепихи с помощью нагнетательного воздушного потока давлением 10 атм. На конце насадки для прохода воздушной струи изготавливались отверстия разной формы: дугообразной, V - образной, прямой. Испытания показали, что для отрыва плодов от ветви необходимо воздействовать на них воздушной струей многократно.

В 1977 г. отдел механизации НИИСС проверял лабораторно-полевую пневматическую установку, созданную по схеме С.Н. Ковалева – уборка плодов всасывающим воздушным потоком.

Испытания показали, что уборка плодов облепихи всасывающим воздушным потоком обеспечивает повышение производительности в 2-3 раза по сравнению с уборкой нагнетательным воздушным потоком, позволяет сохранить товарные качества собранных плодов (до 60% плодов не имеют повреждений) благодаря транспортировке плодов непосредственно от сопла в сборную емкость.

В 1978 г. ВИСХОМ разработал конструкторскую документацию, заложив в нее предложения С.Н. Ковалева (см. рис. 4.2, авт. свид. № 496014), изготовил и испытал в ЭППХО два макетных образца машины на шесть сборщиков для пневматической уборки облепихи. Ей была официально присвоена марка МПО-6 «Пневмовакуумная машина для сбора плодов облепихи» [33, 34].

Одновременно с этим в течение трех лет разрабатывались, изготовлялись и испытывались в мелких фермерских хозяйствах пневмовакуумные установки на 2 и 4 сборщика. Изготовлено по 6 макетных образцов каждого вида установок.

Макетный образец машины МПО-6 постоянно совершенствовался, устанавливались улучшенные детали и узлы, вакуумный участок был упрощен – вместо четырех вакуумных насосов было установлено два соответствующей производительности, подобраны легкие, прочные и эластичные шланги, соединяющие сопло с приемной емкостью и т.д. ВИСХОМ получил на совершенствование отдельных элементов пневмовакуумной машины 5 авторских свидетельств.

Модернизация машины повлекла за собой некоторое изменение ее марки – вместо МПО-6 ей была присвоена марка МПО-6М. За период работы над машинами марки МПО было изготовлено макетных образцов машин – 14 шт., машин МПО-6 – 29 шт., машин МПО-6М – 118 шт.

Все машины изготовлены на Опытном заводе ВИСХОМа. Последняя партия машин МПО-6М в количестве 87 шт., по заказу АО «Плоды», изготовлена в 1991-1992 гг.

Ниже приведено краткое описание пневмовакуумной, машины МПО-6М для сбора плодов облепихи.

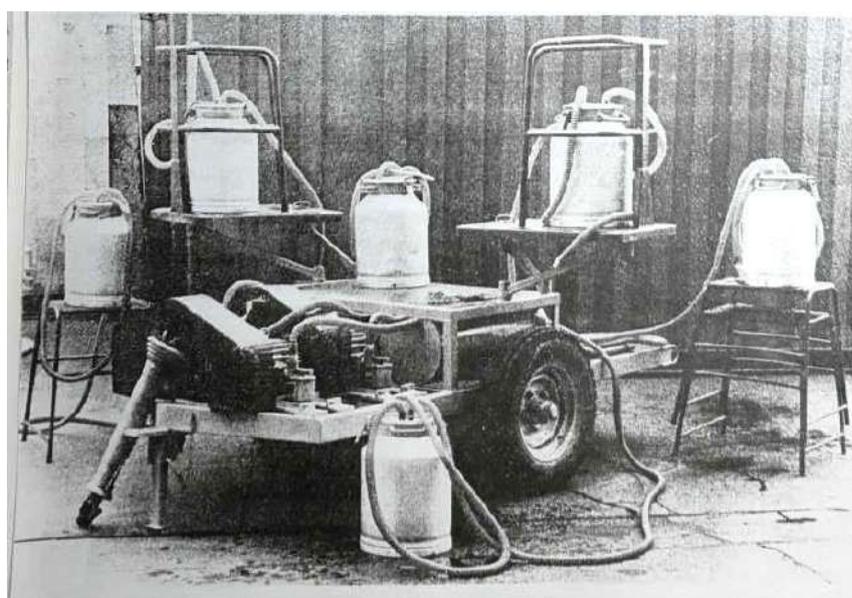


Рис. 4.6. Общий вид пневмовакуумной машины МПО-6М для сбора плодов облепихи

Машина состоит (рис 4.7) из рамы 1 с ходовой частью 2, опорной стойки 4 со спицей 5. На раме смонтированы все узлы машины, в том числе два вакуум-насоса 3, привод которых осуществляется через клиноременную передачу 9 от карданного вала 6 через промежуточный вал 7, закрытый ограждением 8. В передней части платформы предусмотрено ограждение 10, связанное с опорой металлической конструкцией, по которой могут перемещаться (выдвигаться, вдвигаться) рабочие выдвижные площадки 11. Узел пневмовакuumных насосов закрыт сетчатым ограждением 12. В состав машины входят шесть уборочных модулей, представляющие собой переносные емкости 13 в сборе, устройство которых будет изложено ниже. К машине прилагается четыре легкие и прочные переносные подставки 14, предназначенные для подъема рабочих при сборе плодов с верхних частей облепиховых деревьев.

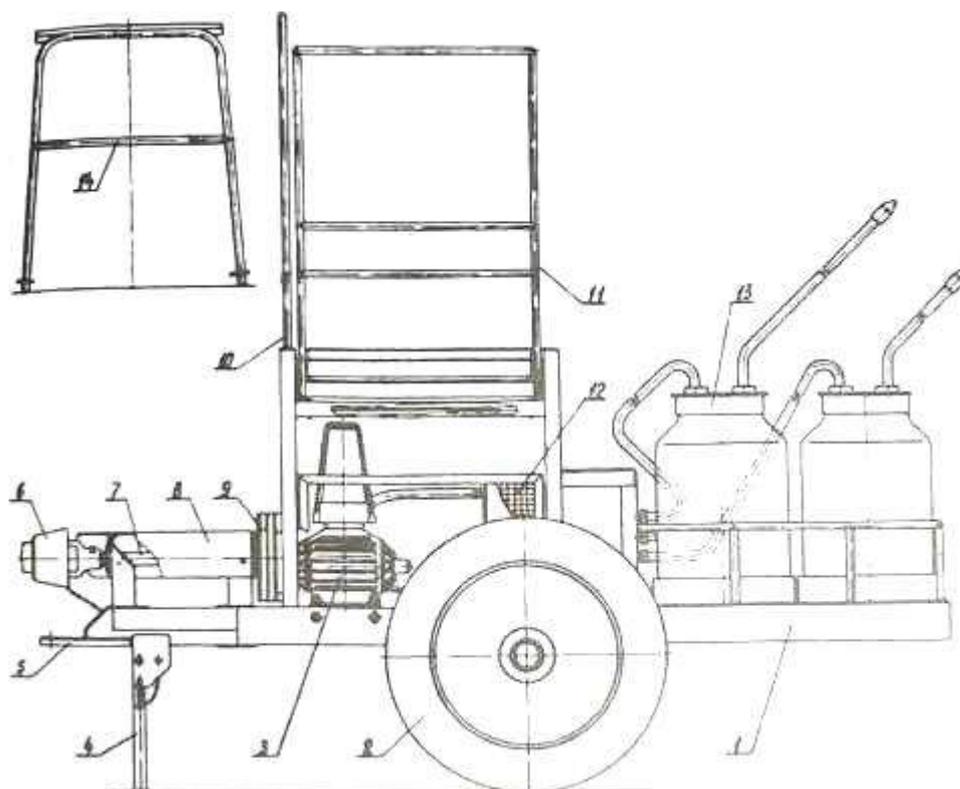


Рис. 4.7. Схема пневмовакuumной машины МПО-6М для сбора плодов облепихи. Вид сбоку

Для осуществления перемещения рабочих площадок 11, в том числе установки в транспортное положение и фиксации в определенном положении, на машине предусмотрены специальные устройства, управляемые ножными педалями 1 и 2 (рис. 4.8). Максимальное выдвижение рабочих площадок составляет 600 мм.

Привод вакуум-насосов осуществляется от ВОМ трактора (рис. 4.9) через карданный и промежуточные валы с помощью клинременных передач. Натяжение ременных передач осуществляется перемещением насосов поперек продольной оси машины по пазам с помощью специальных натяжных устройств – оно считается нормальным, если среднюю часть ремня можно оттянуть усилием руки (от 10 до 15 кгс) от линии движения на величину от 10 до 15 мм.

В качестве вакуум-насосов применены 2 насоса марки УВД 10.000-1,0 VI ОСТ 105-1114-86 производства Кургансельмаш.

Производительность насоса 60 м³/ч при частоте вращения ротора 1420 мин⁻¹, что позволяет создать вакуум до 0,5 атм – при этом мощность потребляемая насосом составляет 4 кВт. Соответственно, при производительности 45 м³/ч и числе оборотов порядка 1000 в

минуту, можно создать несколько меньший вакуум, потребная мощность в этом случае составит 3 кВт. Масса насоса 48 кг.

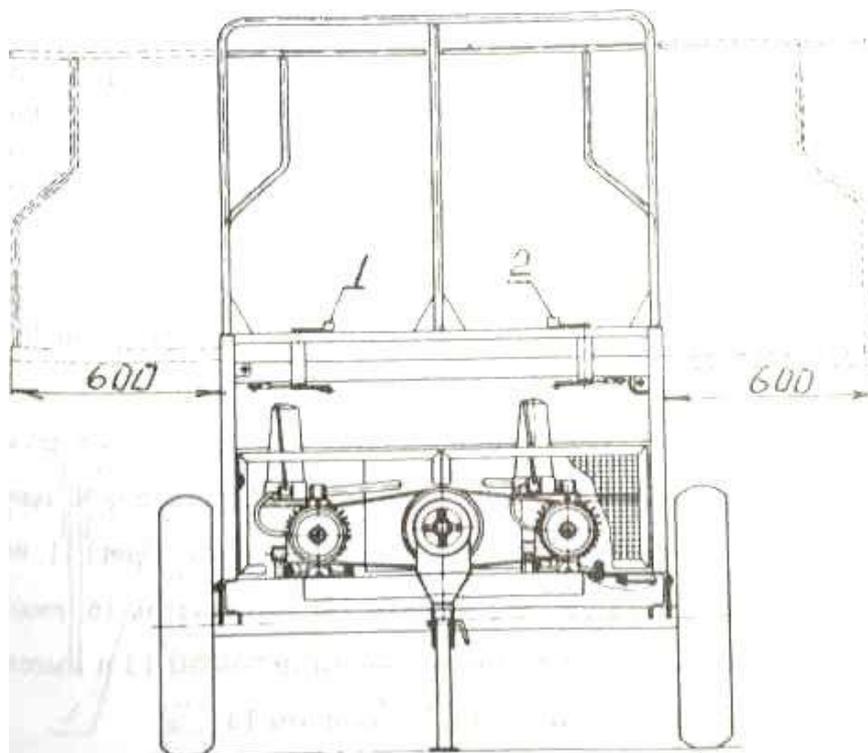


Рис. 4.8. Схема пневмовакuumной машины МПО-6М для сбора плодов облепихи. Вид спереди (На расположение вакуум-насосов и выдвижных площадок)

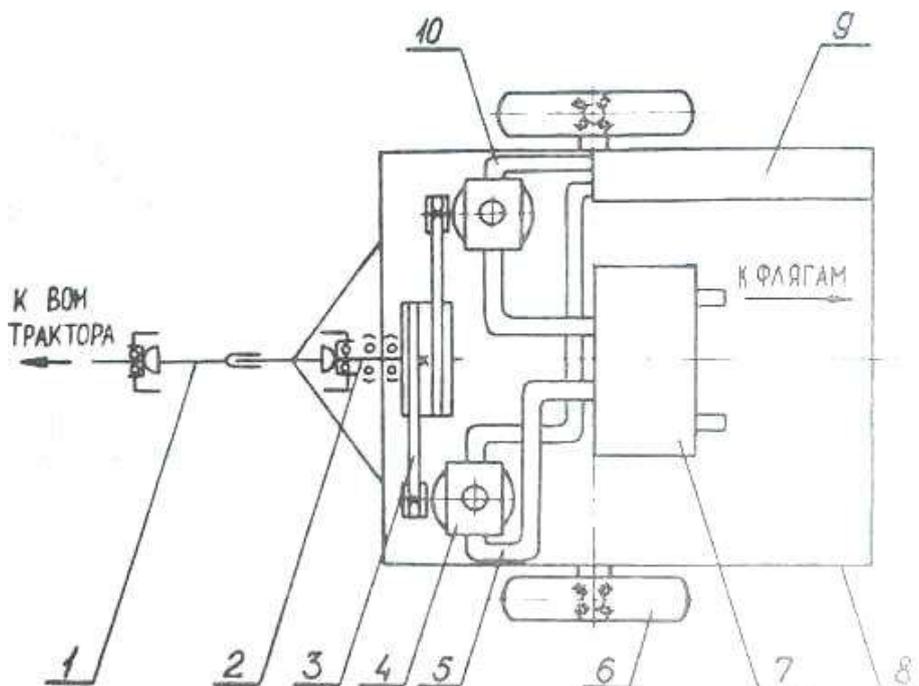


Рис. 4.9. Схема пневмовакuumной машины МПО-6М для сбора плодов облепихи. Вид в плане
1 – карданный вал; 2 – промежуточный вал; 3 – клиноременная передача; 4 – вакуум-насос УДВ 10.000-1,0 VI ОСТ 105-1114-86; 5 – пневмопровод от вакуум-насоса к ресиверу; 6 – колесо пневматическое: 6х16 дюймов (152х416 мм); 7 – ресивер; 8 – площадка; 9 – глушитель; 10 – пневмопровод от вакуум-насоса к глушителю

Главным элементом машины МПО-6М является уборочный модуль в сборе, составные части которого см. на рис. 4.2.

В целом пневмовакuumная система (рис. 4.10) состоит из двух вакуум-насосов 1, системы жестких и гибких пневмоприводов 4, одного ресивера 3, одного глушителя 6, шести емкостей (баков, фляг) 11, внутри каждой из которых установлен фильтр 12, рассекатель 16; емкость соединена с ресивером армированным гибким шлангом 13 и имеет заборный армированный гибкий шланг 15 с соплом 14.

Всасывающий патрубок вакуум-насоса соединен с ресивером армированным шлангом 2, выхлопной патрубок – с глушителем армированным шлангом 8. Ресивер и глушитель закреплены на раме машины жестко.

К торцовой поверхности ресивера, обращенной к задней части машины, прикреплены болтами через резиновую прокладку крышка с сваренными в нее патрубками, предназначенными для соединения шлангами с емкостями.

В нижней части глушителя сзади, по ходу движения машины, имеется сливное резьбовое отверстие, заглушенное специальной пробкой 10, спереди – специальная выхлопная трубка 9. Внутри глушителя предусмотрены специальные перегородки 5. Вакуум-насосы оборудованы масляными бачками 7.

Пневмовакuumная машина МПО-6М для сбора плодов облепихи работает следующим образом.

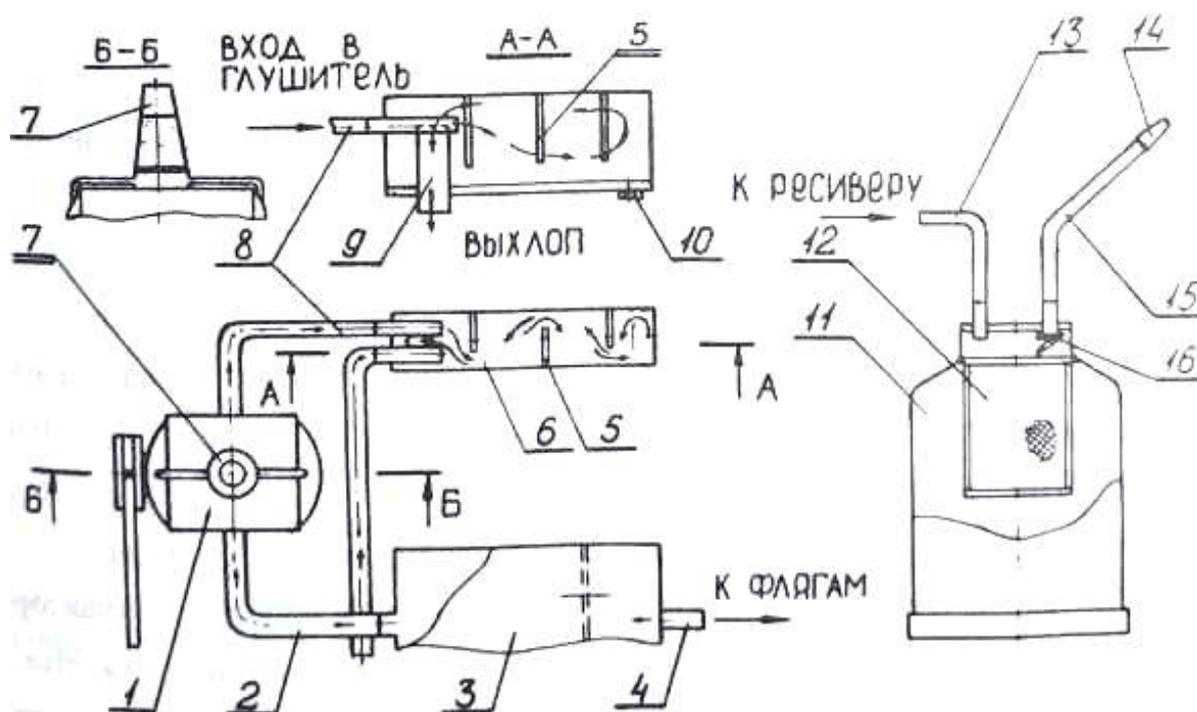


Рис. 4.10. Схема пневмовакuumной системы машины МПО-6М:

Перед выездом в сад машина проверяется по общепринятым нормативам, т.е. проверяется и подтягивается крепеж, натяжение клиновых ремней на привод вакуум-насосов, исправность ресиверов, глушителей, емкостей и насадок, наличие масла в бачке всасывающих патрубков вакуум-насоса, крепление колес, исправность карданного вала на распределительном валу, наличие сетчатого фильтра в емкости, плотность поджатая крышки фляги и др.

Затем трактор подцепляет машину за серьгу, одевается вторая часть карданного вала, вилка которого соединяется и закрепляется на ВОМ трактора.

Далее трактор с машиной заезжает в междурядье облепихового сада и делает остановку. Сборщики переводят передвижные площадки из транспортного положения в рабочее, фиксируя их в нужном положении, устанавливают переносные рабочие подставки в удобное для работы положение, устанавливают емкости на рабочие площадки или рядом.

Тракторист включает ВОМ трактора и сборщики начинают уборку плодов облепихи с помощью пневмонасадок, перемещая их вдоль плодоносящей ветви.

Снятые с помощью всасывающего воздушного потока плоды первично дробятся в насадке за счет наличия в ней кольцевых ножей, а затем поступают в емкости, встречая на своем пути рассекатель, на котором они проходят вторичное основное дробление (см. рис. 4.2), При этом сок через сетчатый фильтр поступает в емкость, а кожица плодов, семена и частично мякоть плодов накапливается внутри фильтра.

После сбора всех плодов в зоне доступности сборщиков трактор перемещает машину на новую позицию и сбор плодов продолжается. При сборе плодов сборщики следят за наполнением емкостей, а также за тем, чтобы они не опрокинулись при резком рывке шланга с насадкой. По мере заполнения фляги ее содержимое рекомендуется сразу же передавать в перерабатывающий цех. Обычно эта операция проводится от 2 до 4-х раз за смену (в зависимости от урожая на деревьях, а, следовательно, и времени наполнения емкостей).

После окончания работы машину необходимо обязательно мыть снаружи, а фляги и сетчатые фильтры – снаружи и внутри.

Бесперебойная и высокоэффективная, а также бесшумная работа машины в значительной степени зависит от правильной эксплуатации глушителя. Конструкция глушителя внутри изготовлена таким образом, что пары масла, выбрасываемого воздухом из вакуум-насоса, осаждаются в глушителе. Масло из глушителя возможно слить и повторно (третий, четвертый раз и т.д.) использовать при дальнейшей работе путем заливки его в масляный бачок 7. Для этого необходимо при ежедневной подготовке машины к работе поднять переднюю часть рамы машины гидронавесной системой трактора, отвернуть пробку на глушителе, слить из него масло и залить в масляный бачок.

Техническая характеристика машины МПО-6М

Тип машины – полуприцепная

Привод рабочих органов – от ВОМ трактора класса 1,4

Производительность за одну эксплуатационную смену, кг – 600-800

Высота расположения рабочих площадок, мм

выдвижных – 1100

переносных – 700

Масса машины, кг – 750

Габаритные размеры, мм:

длина – 2270

ширина:

транспортное положение – 1600

рабочее положение – до 2800

высота – 2060

Обслуживающий персонал, чел: - 7 (в т.ч. 1 тракторист)

Транспортная скорость, км/ч – до 20

Ширина колеи, мм – 140

Дорожный просвет, мм – 270

Давление в шинах, кг/см² – 3,0

Размер колес – 6х16 дюймов (152х416 мм)

Вместимость емкостей, кг – от 25 до 50

Количество емкостей, шт. – 6

Изложенная выше технология уборки облепихи с помощью пневмовакуумных машин целесообразна и эффективна при наличии в хозяйстве цеха по переработке облепихи или завода, расположенного вблизи хозяйства, куда может быть сдан убраный урожай немедленно.

Подробное описание цеха по переработке облепихи изложено в главе 6.

Испытаниями пневмовакуумных машин установлено, что убиралось в среднем 95-97% плодов. Средняя производительность машины получена в пределах 700 кг в смену – на одного человека приходилось около 100 кг. Если пружинным крючком один рабочий может убрать 20-30 кг, то повышение производительности рабочего получится порядка 3-5 раз, а по сравнению с уборкой «по ягодке» (норма 6-7 кг в день) более чем в 15 раз.

Содержание примесей в собранном урожае, в виде дробленых листьев, не превышало 1,0-1,5%. Веточки в емкости практически отсутствовали. Для технологии переработки собранного урожая, принятой в ЭППХО, эта машина является исключительно полезной и нужной. Главным требованием этой технологии является близкое расположение сада от перерабатывающего цеха.

Перспективы механизации уборки облепихи на мелкоконтурных и тракторонедоступных участках, а также в дикорастущих зарослях [53], кратко изложены ниже.

В настоящее время многие хозяйства любой формы собственности имеют небольшие плантации облепихи (от 0,3 до 0,5 га), плоды в которых убираются вручную и используются для собственных нужд – изготавливают соки, компоты, в примитивных приспособлениях изготавливают облепиховое масло и т.п.

С другой стороны многие НИИ и другие организации сельского хозяйства, в т.ч. фермерские, имеют селекционные участки облепихи и совсем малые участки (от 0,1 до 0,3 га), в которых облепиха также убирается вручную.

В том и другом случаях, по настоятельным просьбам этого типа хозяйств, необходимо заменить ручную уборку облепихи машинами с большей производительностью, по сравнению с ручным съемом «по ягодке», и сохранением плодоносящих ветвей для обеспечения полноценного урожая на следующий год.

Для выполнения уборки облепихи на мелкоконтурных участках наиболее оптимальным способом является пневматический способ уборки.

Для мелкоконтурных участков большая облепихоуборочная машина, типа машины МПО-6М для пневматической уборки облепихи на 6 сборщиков, экономически невыгодна, поэтому целесообразно создать навесные машины небольших габаритов на базе различных энергетических средств.

ВИСХОМ, при участии МГАУ им. В.П. Горячкина, предложили три типа энергетических средств, собрали на их базе установки для уборки облепихи пневматическим способом и в начале девяностых годов провели их апробацию на уборке облепихи в Московской и Владимирской областях, получив при этом высокие качественные показатели.

На рис. 4.11 показана одна из подобных схем – установка на базе мотоблока с мощностью двигателя 5-6 л.с., обеспечивающая работу одного сборщика. Возможна компоновка установки на базе самоходного шасси СШ-28ВТЯ, способная обеспечить устойчивую работу пневматической системы при обслуживании ее одним или двумя сборщиками, а также установка на базе трактора «Беларусь», на навесную систему которого может быть смонтирована вакуумная установка, обеспечивающая работу двух-четырёх сборщиков.

При апробации всех установок в качестве вакуум-насосов использовались вакуум-насосы УДВ 10.000-1,0 VI ОСТ 105-1114-86 производства Кургансельмаш.

Полагаем, что использование таких установок (машин) в облепиховых хозяйствах с малыми площадями позволит механизировать ручной труд на уборке облепихи. 1

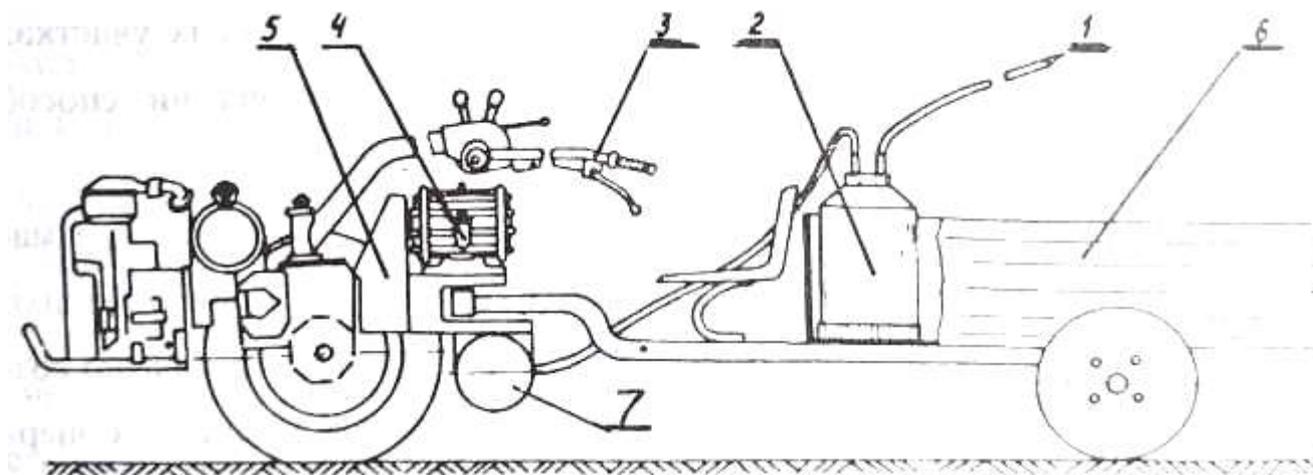


Рис. 4.11. Схема агрегата для пневматической уборки облепихи на базе мотоблока мощностью 5-6 л.с.:

- 1 – сопло; 2 – емкость (молочная фляга на 25 л); 3 – рукоятки управления мотоблоком; 4 – вакуум-насос; 5 – мотоблок; 6 – прицепная тележка; 7 – ресивер

Несколько переоборудованные установки подобного типа могут найти применение на молочно-товарных животноводческих фермах в качестве резервных и передвижных доильных установок.

Возможности подобных установок могут быть расширены при использовании электрических приводов для работы вакуум-насоса. Такие установки могут найти применение (и естественно, спрос) у садоводов-любителей, что позволит механизировать тяжелый ручной труд на уборке облепихи.

Подобные установки с приводом от мотоблока могут найти применение для уборки облепихи на тракторонедоступных участках и в дикорастущих зарослях [27, 28, 53].

Заинтересованность в подобных установках для уборки облепихи в дикорастущих зарослях проявляют в Китае.

На основании изложенного выше, можно сделать вывод, что пневматическая уборка облепихи в настоящее время является одним из реальных путей механизации этого трудоемкого процесса, а ее значительная экономическая эффективность может отмечаться в хозяйствах, имеющих собственный сад и собственный цех по переработке облепихи, расположенных вблизи друг от друга.

Одновременно с созданием пневмовакуумной машины МПО-6М для сбора плодов облепихи ВИСХОМ занимался аналитическим обоснованием съема плодов облепихи всасывающим воздушным потоком.

Исследования проводились по полной программе научно-исследовательской работы [31, 32, 41, 42].

Здесь лишь указаны некоторые особенности выполненной работы.

В работе особое внимание было обращено конструкциям пневмонасадок.

В результате анализа различных конструкций пневмонасадок установлено, что многие конструкции пневмонасадок, которые по замыслу изобретателей должны были всасывать уже ориентированный плод и срезали бы режущей кромкой насадки плодоножку и тем самым снижали бы усилия отрыва плода, при ближайшем рассмотрении, не дали положительных результатов.

Простое перенесение существующих аналитических выражений по отрыву ягод, например черной смородины или винограда, для обоснования отрыва плодов облепихи не представляется возможным, ввиду специфических особенностей физико-механических свойств этой культуры (см. Приложение 4).

Перед пневмовакuumной машиной, кроме повышения производительности труда в 3-5 раз, по сравнению с уборкой пружинными крючками, стоит задача снять с дерева (куста) облепихи не менее 97-99% плодов, обеспечить в снятом ворохе минимальное содержание примесей в соответствии с документом «Плод облепихи свежий» и гарантировать минимальные повреждения ветвей при съеме плодов.

Для решения данного вопроса были предприняты многие попытки по созданию оригинальных сопел (авт. свид. № 1445612, № 9335347 и др.). Однако должного эффекта не получено.

В связи с изложенным, наши усилия были направлены на теоретическое обоснование возможности отрыва плодов облепихи и создание усовершенствованных рабочих органов для съема плодов облепихи всасывающим воздушным потоком.

Исследования проводились на базе Экспериментального плодopитомнического хозяйства по облепихе – ЭПХО.

При проведении исследований определялись отдельные специфические физико-механические показатели деревьев и плодов, которые служили агрофоном при проведении экспериментальных исследований, ибо без знания конкретных условий работы нельзя дать объективную оценку работы сельскохозяйственной машины.

Изучение упругих и диссипативных характеристик плодоножек позволило в полной мере исследовать линейную модель системы «плод-плодоножка» и провести на этой основе технологические и технические расчеты по построению амплитудных и фазочастотных характеристик, выбрать режимы работы и подобрать требуемые размеры пневмонасадки.

Для определения динамических свойств плодоножки облепихи при растяжении был создан стенд (рис. 4.12), позволяющий проводить исследования методом свободных колебаний.

Срезанная перед опытами плодоносящая ветвь облепихи 1 жестко крепилась в тиски 2. На плод облепихи 3 с плодоножкой 4 устанавливали вилку 5 с жестко закрепленным акселерометром 6, соединенным с измерительным усилителем (в нашем случае усилитель SM-231 производства ГДР) и светолучевым двенадцатиканальным осциллографом типа Н115.

Это условие позволяет пренебречь массой плода при рассмотрении свободных колебаний системы. Под действием импульсной силы, направленной строго вертикально, масса М приводится в колебательное движение. На осциллографе регистрируются поступающие от датчика сигналы.

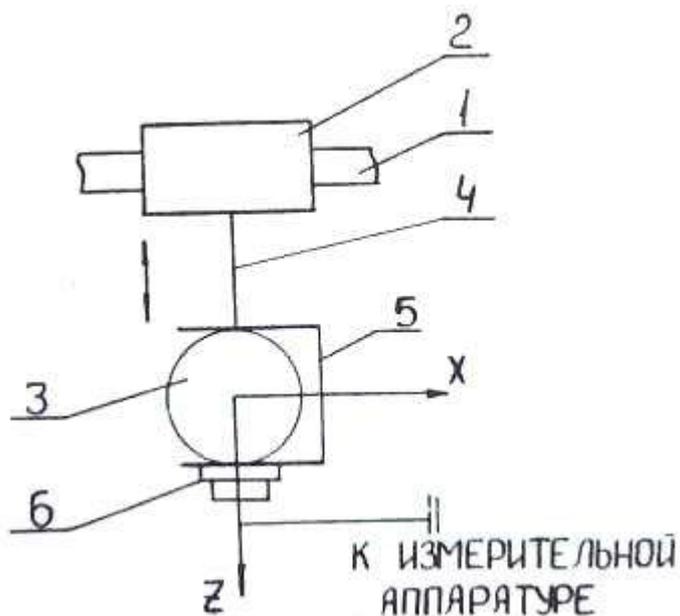


Рис. 4.12. Стенд для исследования упругих и диссипативных характеристик плодоножек при растяжении

Масса M элемента 5 с датчиком ускорений КД-35 выбиралась из условия $M > m$, где m – масса плода.

Уравнение свободных колебаний рассматриваемой системы с учетом того, что вязкое трение пропорционально скорости колебаний, будет иметь вид

$$MZ'' + nZ' + CZ = 0,$$

где C – коэффициент жесткости плодоножки;

n – коэффициент вязкости, трения в плодоножке.

Как известно (Дж. П. Ден-Гартог), основные параметры колебательного процесса связаны между собой логарифмическим декрементом затухания δ , равным

$$\delta = \ln \frac{a_i}{a_{i+1}},$$

где a_i, a_{i+1} – последовательные амплитуды колебаний. При этом

$$n = \frac{\delta 2M}{T},$$

где T - период затухающих колебаний

$$C^2 = \frac{(4\pi^2 - \delta^2)}{T^2}$$

Упругую C и диссипативную n характеристики плодоножки вычисляют по указанным выше выражениям, подставляя в них значения δ и T из осциллограмм.

Для практических расчетов на модели процесса взаимодействия воздушного потока с плодами облепихи, можно рекомендовать значения:

- упругой характеристики $C = 8470,175 \text{ Н/м}$;
- диссипативной характеристики $n = 0,13188 \text{ Н.с/м}$.

Визуальными наблюдениями отмечено, что во время пневматической уборки плодов облепихи с помощью всасывающего воздушного потока на них действуют силы растяжения с закручиванием вокруг плодоножек.

С целью получения объективных данных по установлению крутильной жесткости C_1 и крутильного демпфирования n_1 был применен метод скоростной киносъемки (рис. 4.13).

В процессе скоростной киносъемки, плод 3 с помощью тончайшей проволоки 5, масса которой во много раз меньше массы плода, закручивали вокруг плодоножки на угол равный 1 рад. и отпускали. Дешифровка результатов киносъемки позволила определить изменение амплитуды затухающих крутильных колебаний, а также их период.

Уравнение свободных колебаний при кручении можно записать в виде

$$J\ddot{\varphi} + n_1\dot{\varphi} + C_1\varphi = 0,$$

где J – момент инерции плода.

Зная амплитуду и период крутильных колебаний, можно определить n_1 и C_1

$$n_1 = \frac{\delta 2J}{T}$$

Формула для определения C_1 аналогична приведенной выше.

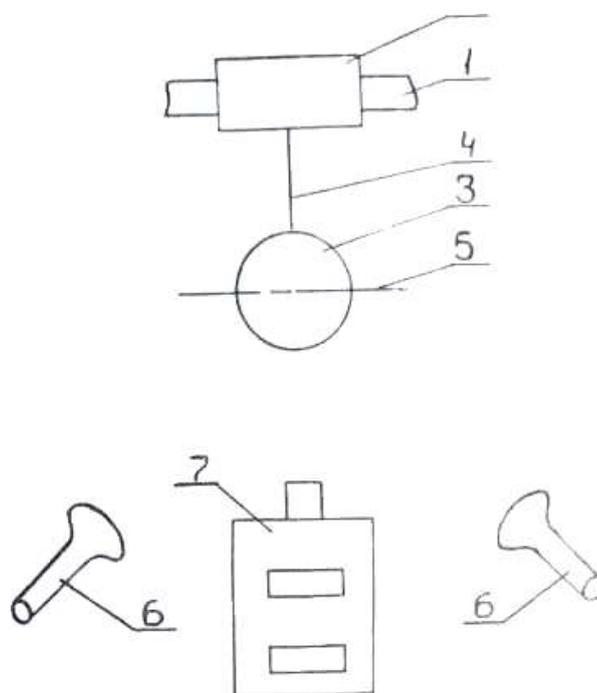


Рис. 4.13. Стенд для исследования упругих и диссипативных характеристик плодоножек при кручении:

- 1 – плодоносящая ветка; 2 – тиски; 3 – плод; 4 – плодоножка; 5 – проволока; 6 – осветительная аппаратура; 7 – кинокамера

Для практических расчетов величины n_1 и C_1 могут быть приняты

$$n_1 = 1768 \cdot 10^{-9} \text{ Н.с/рад.}$$

$$C_1 = 0,01823 \text{ Н/рад.}$$

В процессе изучения физических свойств плодоножки устанавливалось влияние усилия отрыва плода в зависимости от угла отклонения плодоножки от вертикали.

Опыты показали, что при отклонении плодоножки на 45° от вертикали усилие отрыва уменьшилось незначительно (на 2-3%), а при сочетании комбинированного воздействия на плодоножку (закручивание и осевое растяжение) усилие отрыва плодоножки уменьшается значительно – в 1,5-2,0 раза. Последнее позволяет предполагать, что при пневматической уборке плодов облепихи желательным воздействием на плодоножку является совместное воздействие закручивания и осевого растяжения, что позволит снять плоды при щадящих режимах всасывающего воздушного потока.

Среди множества факторов, определяющих эффективность пневматического сбора плодов с помощью всасывающего воздушного потока, одним из основных является выбор конструкции пневмонасадки и определение режимов ее работы.

Правильно выбранная схема и конструкция пневмонасадки, работающей в оптимальном режиме, позволит осуществить максимальный съем плодов при минимальных повреждениях плодоносящих веточек в процессе уборки, а также снизить энергетические затраты.

Установлено, что конструкция пневмонасадки и ее характеристики в значительной мере влияют на технико-экономические показатели всей плодуборочной установки. Конструкция пневмонасадки должна выбираться, исходя из физико-механических характеристик плодов облепихи.

Для выбора оптимального режима работы пневмонасадки необходимо исследовать механическую систему взаимодействия всасывающего воздушного потока с плодами.

При этом практикой визуальных наблюдений установлено, что параметры исследуемой механической системы могут меняться в достаточно широких пределах при переходе от одного плода к другому даже в пределах одного дерева (куста), не говоря уже о сортовых особенностях различных деревьев (кустов).

В связи с этим, исследования должны быть направлены на выявление таких закономерностей поведения рассматриваемой механической системы «плод-плодоножка», которые сохранились бы в достаточно широком интервале изменения параметров системы.

Проведение подобного исследования чисто экспериментальными методами является задачей весьма трудоемкой и дорогостоящей.

В связи с изложенным выше, первым этапом работ явилось разработка математической модели съема плодов облепихи всасывающим воздушным потоком [31, 42], что позволило, в конечном итоге, решить поставленную задачу путем моделирования процесса съема плодов и дать рекомендации по выбору принципиальной схемы пневмонасадки и оптимальных режимов ее работы.

Для определения условий отрыва плода в процессе пневматического способа нами выбрана механическая модель системы «плод-плодоножка», где плод облепихи принимается как шарообразное тело массой m , а плодоножка в виде невесомой гибкой нити (рис. 4.14).

Предварительные экспериментальные исследования показали, что в процессе отрыва плода всасывающим воздушным потоком основным отрывающим усилием является закручивание плода вокруг плодоножки в совокупности с одновременным ее растяжением.

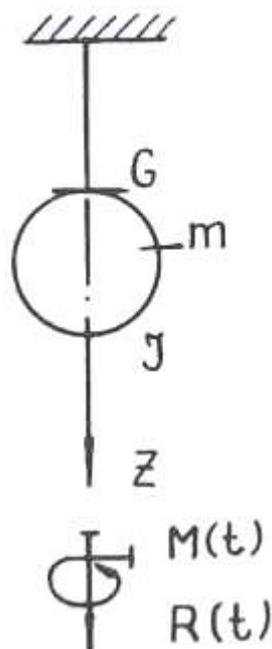


Рис. 4.14. Схема нагружения системы «плод-плодоножка»

Существенное отличие этой расчетной модели от ранее рассматриваемых заключается в том, что наряду с осевым усилием $R(t)$ на плод действует скручивающий момент $M(t)$.

Уравнение движения плода, с учетом характера силового воздействия на него, записывается в виде

$$\begin{aligned} m\ddot{Z} + n\dot{Z} + CZ &= R(t) \\ J\ddot{\varphi} + n_1\dot{\varphi} + C_1\varphi &= M(t) \end{aligned} \tag{4.1}$$

где $R(t)$ и $M(t)$ – силовые факторы со стороны устройства для съема плодов;

m – масса плода;

n – коэффициент демпфирования плодоножки в осевом направлении;

C – жесткость плодоножки в осевом направлении;

n_1 – коэффициент демпфирования плодоножки при кручении;

C_1 – крутильная жесткость плодоножки;

φ – угол закручивания;

Z – осевое перемещение.

Для получения общего решения уравнений системы (4.1) преобразуем их к виду

$$\begin{aligned} \ddot{Z} + 2h\dot{Z} + K^2Z &= \frac{1}{m} R(t) \\ \ddot{\varphi} + 2h_1\dot{\varphi} + K_1^2\varphi &= \frac{1}{J} M(t), \end{aligned} \tag{4.2}$$

в которых приняты следующие обозначения

$$2h = \frac{n}{m}, \quad K^2 = \frac{C}{m}, \quad 2h_1 = \frac{n_1}{J}, \quad K_1^2 = \frac{C_1}{J} \quad (4.3)$$

В установившемся режиме работы для съема плодов можно принять, что $R(t)=const=R$ и $M(t)=const=M$.

Решая уравнения (4.2), на основе начальных условий, получим выражения для $Z(t)$ и $\varphi(t)$, знание которых дает возможность провести анализ динамики системы

$$Z(t) = a \cdot e^{-ht} \sin(\sqrt{K^2 - h^2} \cdot t + \Theta) + \frac{1}{m\sqrt{K^2 - h^2}} \cdot \frac{R}{K^2} \times \\ \times \left[\sqrt{K^2 - h^2} - e^{-ht} \left(h \sin \sqrt{K^2 - h^2} \cdot t + \sqrt{K^2 - h^2} \cos \sqrt{K^2 - h^2} \cdot t \right) \right] \quad (4.4)$$

$$\varphi(t) = B \cdot e^{-h_1 t} \sin(\sqrt{K_1^2 - h_1^2} \cdot t + \Theta_1) + \frac{1}{J\sqrt{K_1^2 - h_1^2}} \cdot \frac{M}{K_1^2} \times \\ \times \left[\sqrt{K_1^2 - h_1^2} - e^{-h_1 t} \left(h_1 \sin \sqrt{K_1^2 - h_1^2} \cdot t + \sqrt{K_1^2 - h_1^2} \times \cos \sqrt{K_1^2 - h_1^2} \cdot t \right) \right] \quad (4.5)$$

Для исследования уравнений движения была разработана соответствующая программа, расчеты по которой проводились на электронно-вычислительной машине.

Расчеты показали, что при растяжении плодоножки полное затухание амплитуд колебаний происходит в течение 0,025-0,035 с, а при кручении за 0,055-0,065 с.

Для количественной оценки явления отрыва плода, а именно вычисления осевого усилия и момента кручения, необходимого для разрыва плодоножки, а также определения времени, через которое произойдет разрыв, задались моделью плодоножки, исследование которой выполнено на биологическом микроскопе МБР-1.

Плодоножка имеет ярко выраженную волокнистую структуру. Это дает основание рассматривать ее как совокупность краксияльных волокон, каждое из которых можно рассматривать как упругий стержень. Пользуясь такой моделью можно представить разрыв плодоножки как разрыв всех волокон, из которых она состоит.

Разрыв одиночного волокна характеризуется теоретическим усилием разрыва $\sigma_{разр}$, определяемым по формуле

$$\sigma_{разр} = \frac{T_{разр}}{N}, \quad (4.6)$$

где $\sigma_{разр}$ – усилие разрыва всей плодоножки;

N – общее число волокон, образующих плодоножку.

При этом

$$N = pS \quad (4.7)$$

где p – число волокон на единицу площади сечения;

S – площадь сечения плодоножки.

Так как плодоножка участвует в двух независимых колебаниях (осевых и крутильных), то эти колебательные моды проявляются и в поведении отдельных волокон (рис. 4.15). Осевые и крутильные колебания приводят к удлинению волокон колебательного характера.

Суммарное удлинение волокна складывается из двух составляющих

$$\Delta L = \Delta L_z + \Delta L_\varphi \tag{4.8}$$

где ΔL – суммарное удлинение волокна;

ΔL_z – удлинение, связанное с осевыми колебаниями;

ΔL_φ - удлинение в результате крутильных колебаний.

С учетом этого условие разрыва отдельного волокна равно

$$K_b \Delta L \geq \sigma_{\text{разр}} \tag{4.9}$$

где K_b – коэффициент жесткости отдельного волокна, который в силу сделанных выше допущений вычисляется по формуле

$$K_b = \frac{C}{\rho S} \tag{4.10}$$

где C – коэффициент жесткости всей плодоножки, определяемый экспериментальным путем.

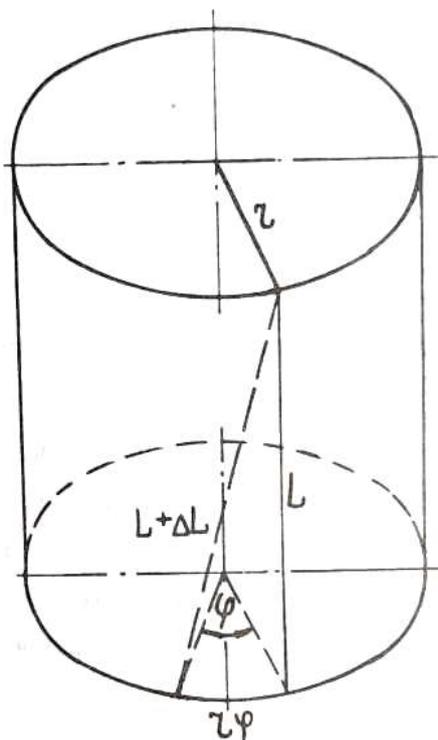


Рис. 4.15. Схема количественной зависимости удлинения волокон от расстояния до оси плодоножки

В процессе рассмотрения зависимости напряжения в отдельных волокнах от их расстояния до оси плодоножки был сделан вывод, что напряжение в волокнах, связанное с осевыми колебаниями, равномерно распределено по всему сечению плодоножки, так как и удлинения и жесткость всех волокон одинаковы. Это не совсем верно при рассмотрении крутильных колебаний, так как движение носит вращательный характер и периферийные зоны растягиваются сильнее, чем центральные. Количественная зависимость удлинения волокна от расстояния до оси плодоножки будет иметь вид

$$\Delta l_{\varphi} = \sqrt{L^2 + r^2 \varphi^2} - L, \quad (4.11)$$

где L – длина недеформированного волокна;

r – расстояние от оси волокна до оси плодоножки;

φ – угол закручивания.

С учетом формулы (4.8) и выражения

$$\Delta L_2 = Z(t) \quad (4.12)$$

найдена зависимость $\sigma(t, r)$.

Используя экспериментальное значение $T_{разр}$, и применяя ЭЦВМ получили, что плод оторвется за 0,059 с. (рис. 4.16).

Независимой частью исследования процесса отрыва плода является вычисление крутящего момента, необходимого для отрыва, через заданное время при заданном осевом усилии. Для решения данной задачи была составлена блок-схема алгоритма этого расчета.

Определение момента, необходимого для отрыва плода при заданном осевом усилии, произведено на основе обобщенной модели отрыва.

В результате анализа уравнений движения за исследуемый интервал времени определено максимальное осевое смещение Z_{max} и соответствующий этому смещению момент времени t_{max} . Обобщенная модель отрыва плода позволяет, на основании известных осевого смещения и усилия разрыва плодоножки, определить необходимый угол закручивания φ .

После нахождения угла закручивания плода появляется возможность определить значение крутящего момента, необходимого для закручивания на такой угол. Для этого необходимо преобразовать уравнение крутильных колебаний плода к виду

$$M_{кр} = f(\varphi) \quad (4.13)$$

Задаваясь последовательно различными значениями осевого усилия, можно получить соответствующие им значения крутящего момента.

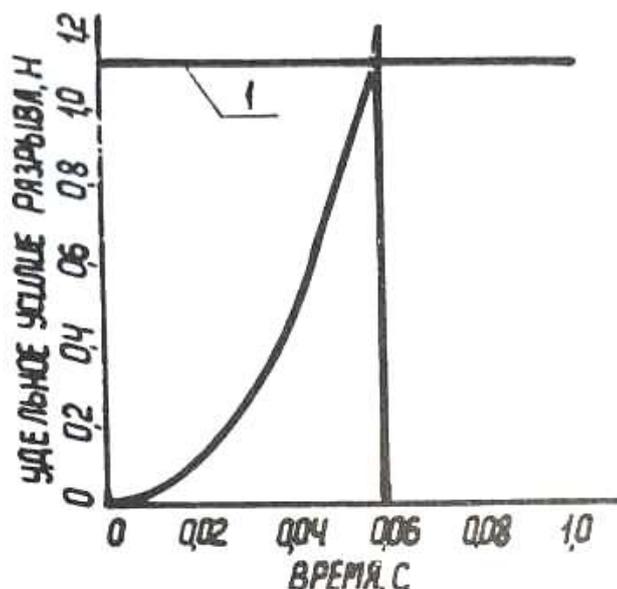


Рис. 4.16. Зависимость удельного усилия разрыва плодоножки плода облепихи от времени при ее одновременном закручивании и растяжении:

1 – минимальное значение предельного усилия разрыва плодоножки

Используя полученные результаты теоретических исследований, был разработан макетный образец машины, аналогичный машине МПО-6, который в течение трех уборочных сезонов (1986-1988 гг.) успешно работал в средней полосе РСФСР на уборке плодов облепихи. Рабочие органы машины монтировались на одноосной тележке. В состав рабочих органов входили: 4 вакуум-насоса, компрессорная установка, ресивер для вакуум-насосов, ресивер для компрессора, 4 сепарационных и всасывающих пневмопроводов. Привод рабочих органов осуществлялся от ВОМ трактора «Беларусь» через карданный вал, редуктор и клиноременную передачу.

Основным рабочим органом, с помощью которого осуществлялся сьем плодов облепихи, являлась пневмонасадка, техническая новизна которой защищена авторским свидетельством № 1402283, БИ № 22, 1988. Приоритет от 23.12.1986. – авторы Г.П. Варламов, В.Г. Габуня, А.А. Какауридзе.

Геометрические параметры элементов пневмонасадки определены из условий минимальных энергозатрат на уборку и минимальной массы конструкции на основе данных экспериментальной аэродинамики и исходя из размерных характеристик плодов облепихи.

Отличительной особенностью насадки является возможность создавать перед ее приемной частью всасывающе-скручивающий воздушный поток, обеспечивающий безусловный отрыв плодов.

Пневматическая насадка (рис. 4.17) состоит из корпуса 1, на передней сужающейся части которого предусмотрены отверстия 10. К задней стенке корпуса крепится фланец 2 с закрепленным к нему пневмопроводом 3. Внутри корпуса установлена всасывающая трубка 7 с внутренним диаметром 12 мм. На внешней стороне всасывающей трубки, ближе к фланцу, установлены два подшипника качения 6, наружные обоймы которых закреплены в стакане 5. На стакане, у торца корпуса, приварены лопатки 8, а на раструбе стакана закреплены наклонные лопасти 9. В пространство между внутренней поверхностью корпуса и наружной поверхностью всасывающей трубки через трубопровод 4 подается поток воздуха высокого давления, направленный на приводные лопатки 8.

Пневматическая насадка для уборки плодов облепихи работает следующим образом. После создания разрежения в пневмосистеме, через всасывающую трубку 7 засасывается воздух, создающий нормальное растягивающее усилие отрыва.

Одновременно под воздействием воздушного потока, нагнетаемого через пневмопровод 4, поступающего на приводные лопатки 8, стакан 5 приводится во вращение, а наклонные лопасти 9, установленные на выходе сопла, закручивают всасываемый воздушный поток.

Часть нагнетаемого воздушного потока проходит в зазоре между корпусом 1 и стаканом 5, вырывается наружу через отверстия 10 и отклоняет листья, что предотвращает их обрыв и попадание в зону всасывания. Другая часть воздуха подается в центральную зону приемной части всасывающей трубки 7, создавая тем самым дополнительное завихрение воздушного потока.

При режимах работы близких к теоретическим значениям, получена высокая полнота съема плодов (до 99... 100%) при минимальных энергозатратах. Производительность труда на уборке облепихи при этом увеличилась в 4,6 раза. Экономический эффект на каждую тонну убранных плодов, по уровню цен на IV кв. 1988 г., составил 350 руб.

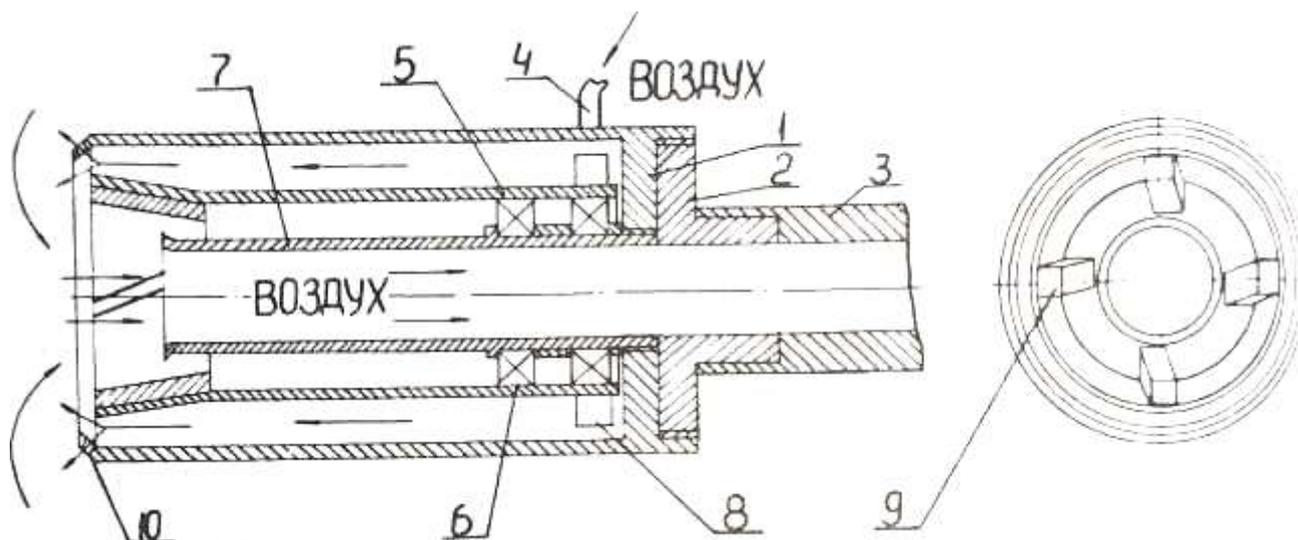


Рис. 4.17. Принципиальная схема пневматической насадки для уборки плодов облепихи

Окончательные параметры насадки и оптимальные режимы ее работы, установленные в процессе испытаний с обязательным учетом условий минимальных энергозатрат на уборку и минимальной массы конструкции, при максимальном съеме плодов, приведены ниже.

Внутренний диаметр всасывающей трубки – 15 мм.

Внутренний диаметр стакана – 37 мм.

Угол конического входа – 13°.

Наклон лопастей – 45°.

Длина лопастей – 22 мм.

Высота лопастей – 8 мм.

Ширина лопастей – 3 мм.

Длина приводных лопастей – 12 мм.

Высота приводных лопастей – 6 мм.

Ширина приводных лопастей – 2 мм.

Внутренний диаметр корпуса – 65 мм.

Угол сужения передней части корпуса – 60°.

Диаметр отверстий – 4 мм.

Длина пневмонасадки – 220 мм.

Толщина стенки всасывающей трубки, стакана, корпуса – 2 мм.

Расстояние от входа пневмонасадки до входа всасывающей трубки – 8 мм.

Скорость всасывающего воздушного потока – 80 м/с.

Скорость воздушного потока в нагнетательном рукаве 40 м/с при частоте вращения лопастей $18,66 \text{ с}^{-1}$

Давление:

во всасывающем пневмопроводе – $0,47 \cdot 10^5 \text{ Па}$;

в нагнетательном трубопроводе – $3,43 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Время отрыва плода при угле закручивания плодоножки 285° составило 0,06 с.

В процессе создания пневмовакуумной машины, оборудованной усовершенствованными насадками, достаточно подробно изучалась сепарация облепихового вороха [42].

Одной из главных задач при исследовании процесса сепарации является определение сил, действующих со стороны воздушного потока на облепиховый ворох (в нашем случае на снимаемый с помощью насадок урожай).

Сложность этой задачи заключается в том, что среда, в которой происходит процесс, является легкоподвижной. Поэтому прежде чем изучить движение материала в воздушном потоке, следует изучить движение самого воздушного потока в пневмосепарационной камере.

В связи со значительной трудностью теоретической оценки процесса течения воздуха были использованы экспериментальные методы аэродинамики, в частности методы моделирования.

Изучение характера потока проведено на гидротлке конструкции канд. техн. наук Е.Ф. Ветрова (ВИСХОМ) с помощью метода газогидравлической аналогии.

На основании картины течения жидкости в моделях сепарационных камер для наших исследований выбрана модель с расширяющимся участком в виде диффузора с углом раскрытия $\beta=18^\circ$.

В модели пневмосепарационной камеры наблюдается вихревое движение потока жидкости, вызванное расширением канала. При этом скорость потока в направлении течения уменьшается, а давление, как это следует из уравнения Бернулли, возрастает. Происходит преобразование кинетической энергии потока в энергию давления. Установлено, что происходит сужение активного сечения струй при движении плоского потока жидкости, которая, как показала скоростная киносъемка, транспортирует легкие примеси из пневмокамеры, проходя между перегородками и через конфузор.

Одним из основополагающих параметров для прогнозирования возможности уборки и улавливания плодов облепихи всасывающим воздушным потоком, а также для расчета транспортирующих и сепарационных устройств является скорость витания составляющих элементов вороха (плодов, листьев, однолетних приростов).

Скорости витания вороха облепихи определяли на порционнопарусном классификаторе (рис. 4.18) конструкции ВИМ, позволяющем наблюдать движение составляющих вороха, как в воздушном канале, так и в осаждающей камере.

Установка для определения скорости витания облепихового вороха состоит из вертикального воздушного канала 1 круглой формы, изготовленного из органического стекла (что позволяет проводить наблюдения за опытами), съемной кассеты 2 с сетчатым дном, осаждающей камеры 3 со съемными сборниками 4, дроссельной заслонкой 5, вентилятора 6 с электродвигателем 7, трубки Пито-Прандтля, установленной в канале 1, соединенной с микроманометром 9.

Скорость витания облепихового вороха определялась для следующих сортов облепихи: Новость Алтая, Дар Катуни, Масличная, Витаминная и Золотой початок.

Работа на установке осуществлялась следующим образом.

Составляющие компоненты вороха помещали на дно кассеты, которую затем вставляли в воздушный канал классификатора. Далее включали вентилятор и создавали воздушный поток малой скорости (затем при необходимости увеличивали ее величину), который продувал ворох в течение 5 минут. Часть легковесных примесей поднималась вверх и попадали в осаждающую камеру. Остальные компоненты вороха или витали в канале (стеклянной трубе) на той высоте, где средняя скорость потока была равна соответствующей скорости

витания составляющих вороха, или оставались внизу на сетке кассеты. При этом фиксировались все моменты перемещения частиц и скорости, имевшие в этом случае место.

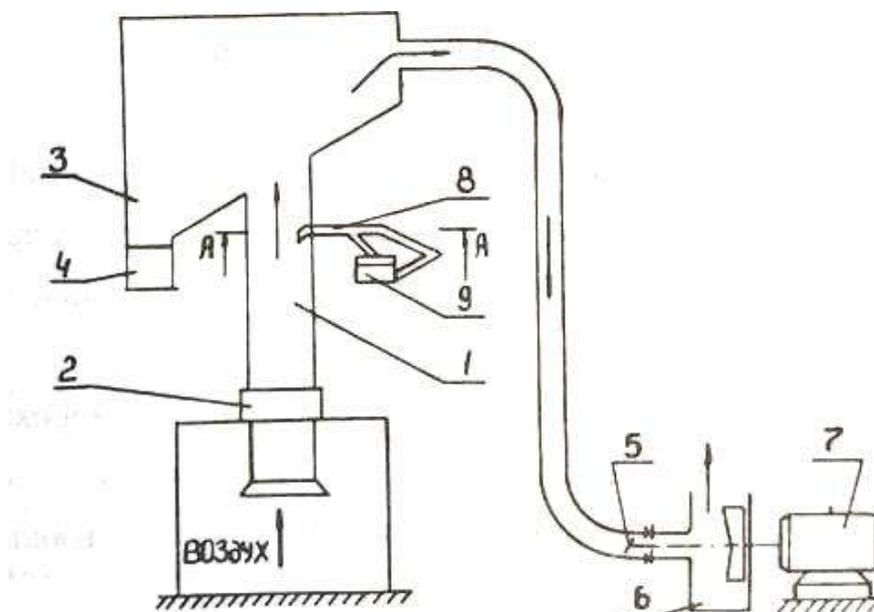


Рис. 4.18. Принципиальная схема порционно-парусного классификатора для определения скорости витания элементов облепихового вороха

Скорости воздушного потока определяли с помощью трубки Пито-Прандтля. Перед измерением скоростей витания составляющих вороха было исследовано скоростное поле в поперечном сечении канала классификатора, в том числе проведена разметка воздухопровода с установлением в определенных точках динамического давления H_d и средней скорости V_{cp} воздушного потока.

Размерно-массовые характеристики облепихового вороха варьируют в достаточно широких пределах, поэтому серия опытов, не менее чем в трехкратной повторности, была проведена при следующих условиях:

- плоды классифицированы по диаметру: малые – диаметр до 6 мм, средние – до 8 мм, крупные – до 10 мм, особокрупные – диаметр более 10 мм;
- учитывалась форма плодов – шарообразная и эллипсоидная;
- учитывалось количество одновременно движущихся плодов в канале, в том числе при движении 1, 10 и 30 плодов.

Опытами установлено, что усредненная скорость витания V_{sum} (в м/с) отдельных компонентов вороха варьирует в следующих пределах:

плоды:	шарообразные	эллипсоидные
малые	12,51	12,81
средние	14,30	14,74
крупные	15,40	15,60
особокрупные	16,82	17,19
- листья:	4,5-5,5	
- веточки (однолетний прирост):	9,5-10,5	

Для сравнения скоростей витания облепихового вороха, полученных экспериментальным путем, проведено их определение теоретическим способом из предположения, что при витании действующая на компоненты вороха сила R лобового сопротивления равна силе тяжести G . Расчеты показали, что теоретические значения величин скоростей витания для плодов облепихи меньше экспериментально полученных величин на 3-4%, что вызвано допущением о шарообразной и эллипсоидной форме плодов. Теоретически установленные скорости витания для листьев и однолетних приростов отличаются от экспериментальных данных в ту и другую сторону в среднем в пределах $\pm 10\%$.

Полученные расчетным путем и подтвержденные результатами экспериментов данными по скоростям витания отдельных компонентов облепихового вороха показали принципиальную возможность очистки плодов от примесей как в период уборки урожая, так и на специальных машинах мобильного типа или на стационарных пунктах.

Сложность теоретического решения задачи по отысканию аэродинамической силы, возникающей при движении или обтекании тел (в нашем случае плодов), обусловила преимущественно экспериментальное направление исследований в этой области.

Для практических целей наибольший интерес представляет коэффициент лобового сопротивления. Опыты по определению его проводились на том же порционнo-парусном классификаторе.

Плоды, помещенные в движущуюся вверх струю воздуха, оказываются под воздействием двух сил: силы тяжести G , направленной вертикально вниз и силы давления воздушного потока, увлекающей плоды вверх, т.е. аэродинамической силы R .

При $R > G$ – плоды увлекаются вверх

При $R < G$ – плоды двигаются вниз.

При $R = G$ – плоды находятся в потоке во взвешенном состоянии.

На протекание процесса (сопротивление давлению) существенное влияние оказывает форма тела (плода), поэтому его иногда называют «сопротивлением формы».

Наличие вязкости воздуха приводит к возникновению тангенциальных сил (сил трения), действующих со стороны потока на обтекаемый плод. Сумма сопротивлений трению и давлению представляет собой лобовое сопротивление плода. Соотношение между этими составляющими различны. Для шара и цилиндра преобладающую роль играет сопротивление давлению. Для пластинки, расположенной поперек потока, преобладающими являются силы давления.

Силовое воздействие воздушного потока на обтекаемые им плоды облепихи, или полная аэродинамическая сила, складывается из силы давления и силы трения.

Ниже, в качестве примера, приведены результаты одного из опытов по определению коэффициентов полной аэродинамической силы для различных компонентов облепихового вороха.

Для плодов шарообразной формы весом одного плода $G=0,44$ г, длиной $l=9,5$ мм, диаметром $d=8,9$ мм, площадью миделевого сечения $S=62,17$ мм², скоростью витания $V_{sum}=15,4$ м/с коэффициент полной аэродинамической силы получен равным 0,534.

Для плодов эллипсообразной формы с параметрами $G=0,40$ г, $l=9,9$ мм, $d=8,2$ мм, $S=52,78$ мм², $V_{sum}=15,6$ м/с коэффициент полной аэродинамической силы получен равным 0,52.

Для листа коэффициент получен равным 0,82, для однолетнего прироста – 0,867.

Из главы 4 следует, что использование пневмовакuumных машин для уборки плодов облепихи позволяет увеличить производительность труда в 3-5 раз по сравнению с уборкой

пружинными крючками и лишь в некоторых случаях до 6-7 раз – при уборке плодов высококвалифицированными сборщиками.

Резкое повышение производительности труда на уборке плодов облепихи возможно при внедрении вибрационного способа уборки.

Очередная глава посвящена механизированному (вибрационному) способу с показом его достоинств и недостатков.

ГЛАВА 5. МЕХАНИЗИРОВАННАЯ УБОРКА ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ

Из предыдущих глав книги следует, что наиболее производительным и экономически выгодным способом уборки облепихи является вибрационный способ. При этом вибрационные машины подразделяются на машины позиционного и непрерывного действия.

Принципиальная возможность уборки плодов облепихи с использованием вибрационных машин доказана более 20 лет назад [1,13, 17, 19, 21, 22, 25, 27, 30, 31, 37, 42, 58, 61, 62, 68, 81].

Однако внедрение этого способа уборки в значительной мере сдерживается неподготовленностью агрофона для механизированной уборки, т.е. практической непригодностью всех сортов облепихи, за редким исключением, к машинной уборке.

О трудностях механизированной уборки облепихи будет подробно изложено ниже. Здесь лишь укажем, что при принятии определенных мер по ослаблению прочности связи плодоножки с ветвью и плодом (замораживание плодов на деревьях, опрыскивание урожая дефолиантами и др.) позволяет уже в настоящее время решить эту проблему в некоторых облепиховых садах.

Классификация механизированного способа уборки плодов облепихи показана на рис. 5.1.

5.1. Теория отрыва плодов (краткий обзор)

Теория отрыва плодов вибрационным способом вообще, а особенно плодов облепихи, является сложной проблемой, трудно поддающейся математическому анализу.

Для аналитического решения отрыва плодов приходится принимать определенные допущения, снижающие достоверность решаемой задачи.

Если при обосновании теории отрыва плодов семечковых и косточковых культур, имеющих сравнительно большую массу, длинную плодоножку, а также ветвь достаточной жесткости, на последнюю можно передать колебания определенной частоты и амплитуды, обеспечивающие необходимые ускорения для отрыва плодов, то даже при уборке ягод черной смородины и винограда технических сортов, в силу их особенностей (малая масса ягоды, короткая плодоножка и др.), приходится искать другие способы колебания кустов, чтобы получить конечный результат – безусловный отрыв максимального количества плодов (ягод) с растения.

Особенности культуры облепихи (плотное расположение плодов на ветвях в виде початков кукурузы, малая длина плодоножки – 3-4 мм, иногда до 7 мм, прочная связь плодоножки с ветвью и плодом – усилие отрыва до 250 г., очень малая масса плода от 0,4 до 0,8 г, редко до 1,2 г, нежная кожица плода, хрупкая двухлетняя древесина, в основном несущая на себе плоды, практическое отсутствие штамба деревца – обычно облепиха произрастает в виде куста, в котором находится от 4 до 8 стволиков, большая высота кустов – от 3,0 до 4,0 м, большой диаметр кроны – от 2,6 до 3,5 м, сросшиеся кусты облепихи в рядах, в силу их густой посадки в рядах – от 2,0 до 2,5 м, что значительно осложняет улавливание опадающих с

деревя (куста) плодов и многое другое) практически не позволяют использовать предложенные ныне аналитические решения для обоснования режимов работы вибрационных машин для отрыва сравнительно мелких плодов облепихи с короткой плодоножкой.



Рис. 5.1. Классификация механизированного способа уборки плодов облепихи

Сразу же оговоримся, что на штамбовых сортах облепихи возможно применение вибрационных машин при условии ослабления прочности связи плодоножки с ветвью и плодом. Однако, по самым оптимистическим прогнозам, в России имеется не более 10-15%

плантаций облепихи со штамбовыми деревьями (деревцами) – в официальной статистике эта цифра не указывается.

Первые попытки предложить математическое описание процесса отрыва плодов относятся к концу 50-х – началу 60-х годов XX века, выполненные американскими исследователями [1, 62] применительно к пневматическому способу сбора плодов.

В работе [1] указано, что для отделения плода встряхиванием ветви пульсирующим воздушным потоком необходимо сообщить ему такое ускорение, чтобы в месте прикрепления плодоножки вызвать значительную силу инерции, отделяющую плод от ветви.

Далее было предположено, что вибрация ветвей дерева пульсирующим воздушным потоком в некоторых отношениях напоминает вибрацию консольного бруса.

В качестве модели для изучения отрыва плода ветвь дерева рассматривается как консольный брус постоянного сечения, на конце которого прикреплен плод с короткой плодоножкой (рис. 5.2).

Сила, действующая на плод, может быть выражена следующим образом

$$P = ma + W,$$

где P – сила, действующая на плод; W – вес плода; m – масса плода; a – ускорение плода.

Если сила, изменяющаяся по закону гармонических колебаний, приложена в какой-то точке модели (рис. 5.2), то движение плода можно представить в виде косинусоиды, а уравнение движения будет иметь следующий вид

$$Y = A \cos \omega t,$$

где Y – отклонение плода от нейтрального положения; A – амплитуда колебаний; t – время; $\omega = 2\pi f$ – угловая частота (f – частота колебаний).

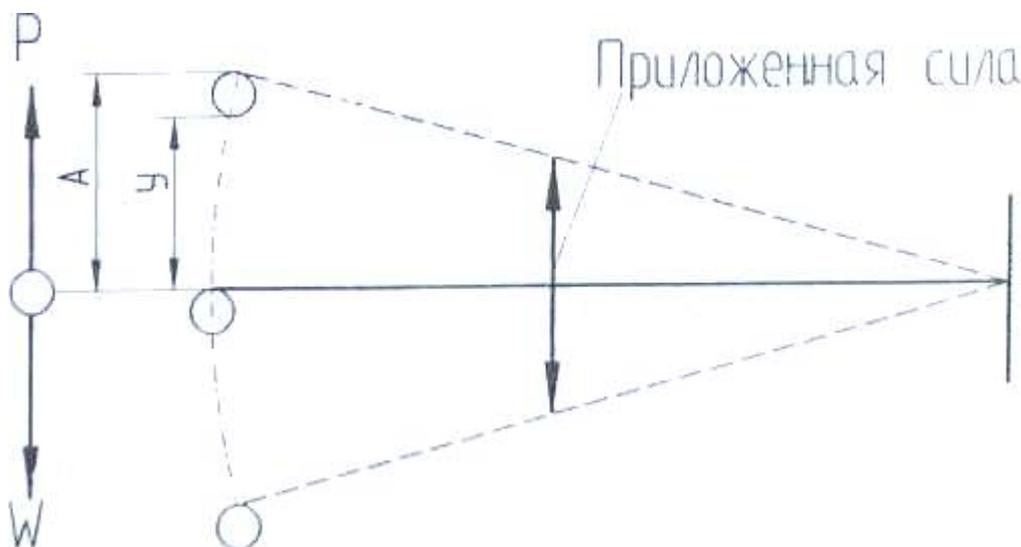


Рис. 5.2. Модель, применявшаяся для анализа встряхивания плода на ветке: W – вес плода, P – сила, приложенная к плоду

В любой момент скорость плода равна первой производной его перемещения:

$$V = \frac{dY}{dt} = -\omega A \sin \omega t$$

Ускорение плода a равно второй производной перемещения плода:

$$a = \frac{d^2Y}{dt^2} = \omega^2 A \cos \omega t$$

Максимальное ускорение наблюдается при отклонении, равном амплитуде косинусоиды, когда $\omega t = \pi, 2\pi \dots 3\pi$ и $\cos \omega t = \pm 1$.

Если ветвь расположена ниже равновесного положения, максимальное ускорение может быть выражено следующим образом:

$$a_{\max} = -\omega^2 A \cos \omega t = \omega^2 A$$

Максимальная сила, действующая на плод в этой точке, равна:

$$P_{\max} = W + m a_{\max}$$

С увеличением ω или A возрастает сила, действующая на плод. Амплитуда A является функцией величины приложенной силы (изменяющейся по закону гармонических колебаний) и размеров ветви, в то время как ω – функция частоты приложенной силы.

Этот анализ отрыва плода, по заявлению самих авторов [1, 62], значительно упрощен. В действительности плод может быть прикреплен к ветви дерева в различных точках. Более того, ветвь, имеющая несколько степеней свободы, вибрирует не в одной плоскости. Другим осложнением является наличие длинной плодоножки, с помощью которой плод крепится к ветви и которая также имеет несколько степеней свободы [1].

Последующие исследования других авторов полностью подтвердили мысль американских ученых о сложности математического описания отрыва плодов.

В настоящее время как в России, так и в других странах с развитым садоводством, в серийном производстве находятся вибрационные уборочные машины. Плодовому дереву сообщаются колебания, в результате которых плоды отделяются от ветвей в месте наименьшей связи плодоножки.

Все вибрационные плодуборочные машины с законченным технологическим циклом (принудительный съем плодов с дерева, внутримашинная транспортировка плодов, очистка их от примесей, затаривание плодов) имеют в своем составе устройства для колебания деревьев и для улавливания плодов (вибраторы и улавливатели).

Теоретическое определение возможности отрыва плода.

Рассмотрим механизм отрыва плода, схематически представив дерево с плодами так, как показано на рис. 5.3. Ствол дерева захватывают в точке С и передают вибрационное воздействие от генератора колебаний ГК. Колебания распространяются по ветвям и доходят до точки А подвеса плодов, оптимальные режимы колебаний которой необходимо установить для обеспечения отрыва плода [13, 19, 21, 22, 25].

Для решения такой задачи необходимо выявить следующие закономерности:

- передачи частоты и амплитуды генератора на дерево;
- распространения волн в стволе и ветвях;
- движения места подвеса плода.

При рассмотрении физической модели плодового дерева приняты следующие допущения: элементы L, L', L'' , соединены между собой жестко и обладают определенной упругостью; материал элементов однороден; в точке С приложена возбуждающая сила $F(t) = P \sin \nu t$; точка А совершает колебания в горизонтальной плоскости с частотой ν (подтверждено

результатами скоростной киносъемки); соединение в точке А шарнирное; масса плодоножки пренебрежимо мала.

Взаимодействие генератора колебаний с деревом.

Устройства могут оснащаться вибраторами трех основных типов: вибраторами постоянного смещения; инерционными вибраторами для ветвей; инерционными штабковыми вибраторами. Первые два типа устройств имеют, как правило, между вибратором и захватом промежуточный элемент (вибрирующий шток). При расчетах принимают, что вибрирующий шток, осуществляющий передачу колебаний от вибратора захвату, а значит, дереву, абсолютно жесткий и не влияет на характер движения всей колебательной системы.

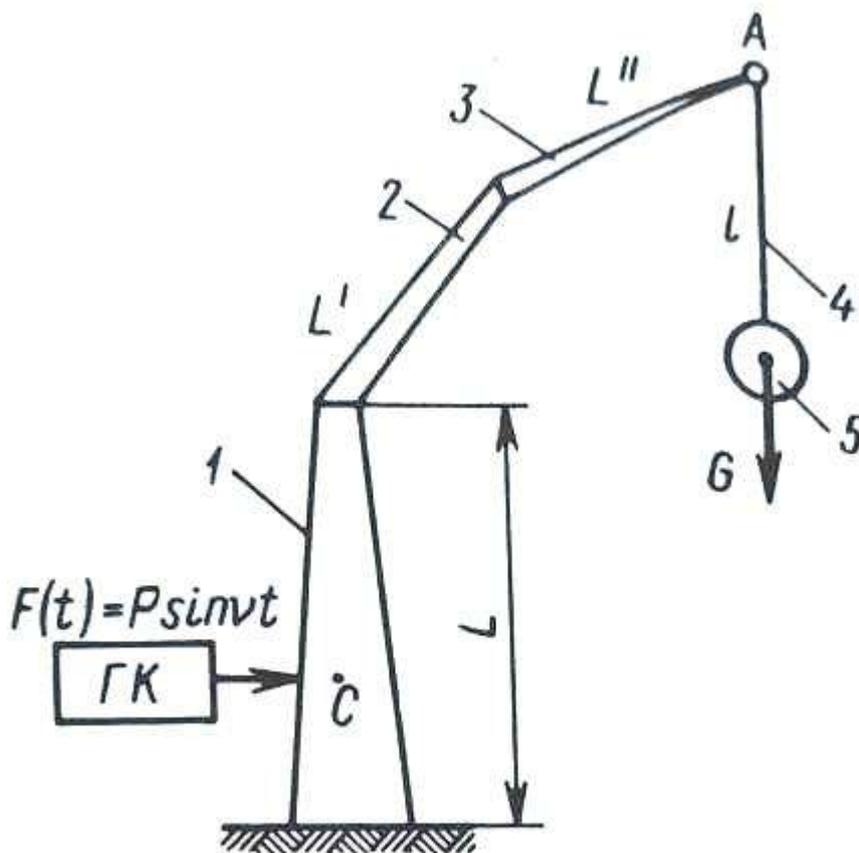


Рис. 5.3. Физическая модель плодового дерева

- 1 – ствол; 2 – ветвь первого порядка; 3 – ветвь второго порядка; 4 – плодоножка; 5 – плод;
ГК – генератор колебаний

В общем случае силовое воздействие, которое может быть сообщено дереву (ветви) вибратором постоянного смещения с исполнительным органом в виде кривошипно-шатунного механизма, определяется по второму закону Ньютона.

В вибрационных плодуборочных машинах штангового типа вибраторы постоянного смещения с кривошипно-шатунным механизмом жестко крепят на тракторе. В этом случае получается система, состоящая из трактора с машиной и дерева. В машину входит рама с навешенным на нее вибратором, стрела с вибрирующим штоком внутри и захватное устройство. При взаимодействии такой системы амплитуда колебаний передается в основном дереву и частично гасится за счет горизонтального перемещения трактора.

Для построения математической модели взаимодействия вибратора постоянного смещения с деревом пришла система, состоящая из следующих элементов (рис. 5. 4): колесный трактор массой m_1 ($q_1 = x_1 - x_{10}$ – отклонение массы трактора от нейтрального положения) с шинами, обладающими в горизонтальном направлении коэффициентом упругости C_1 ; дерево

с приведенной к месту обхвата массой m_2 ($q_2 = x_2 - x_{20}$ – отклонение массы дерева от нейтрального положения), обладающее коэффициентом упругости C_2 при отклонении его в горизонтальном направлении захватом машины; вибратор закреплен на тракторе, колеблющийся горизонтально расположенный вибрирующий шток по закону $r \cos vt$. Захват на конце вибрирующего штока охватывает ствол дерева через упругую прокладку, обладающую коэффициентом упругости C .

Дифференциальные уравнения движения масс получаем с использованием уравнений Лангранжа второго рода [19]. После проведения необходимых математических выкладок находим амплитуды колебаний дерева A_2 и трактора A_1 (см):

$$A_2 = \frac{r}{1 + \sqrt{\frac{m_2 |\omega_2^2 - v^2|}{m_1 |\omega_1^2 - v^2|}}};$$

$$A_1 = \frac{r}{1 + \sqrt{\frac{m_1 |\omega_1^2 - v^2|}{m_2 |\omega_2^2 - v^2|}}},$$

Где $\omega_1^2 = C_1/m_1$ и $\omega_2^2 = C_2/m_2$ – квадраты собственных частот колебаний соответственно трактора и дерева; r – радиус кривошипа; $r = A_1 + A_2$, если упругая прокладка захвата обеспечивает взаимное смещение захвата и ствола дерева намного меньше, чем радиус кривошипа. Это предположение подтверждено экспериментами.

Представляя дерево в виде консоли переменного сечения и определяя приведенную массу $m_{пр}$ (в нашем случае m_2) на любом расстоянии l от места заделки (в нашем случае от земли), необходимо помнить, что обязательным условием приведения является равенство собственных частот балок с равномерно распределенной нагрузкой и с сосредоточенной нагрузкой. Приведенную массу дерева можно определять по известной формуле С.П. Тимошенко (кг)

$$m_{пр} = \sqrt{0,098 \frac{L^2 \sqrt{S_c \rho_d}}{l^3}},$$

где величины L и l задаются; плотность ρ_d древесины определяют экспериментально; площадь поперечного сечения стержня S_c получают исходя из конкретных условий приведения. В случае конического стержня его сначала приводят к цилиндрическому, находят радиус (диаметр), а затем вычисляют площадь поперечного сечения образца.

С учетом изложенного амплитуды перемещения масс дерева и трактора, выраженные через коэффициенты упругости дерева и трактора, могут быть записаны в виде

$$A_2 = \frac{r}{1 + \sqrt{\frac{C_2 \omega_2^2 |\omega_2^2 - v^2|}{C_1 \omega_1^2 |\omega_1^2 - v^2|}}};$$

$$A_1 = \frac{r}{1 + \sqrt{\frac{C_1 \omega_1^2 |\omega_1^2 - v^2|}{C_2 \omega_2^2 |\omega_2^2 - v^2|}}};$$

«Коэффициент упругости C_2 дерева в месте обхвата определяют экспериментально.

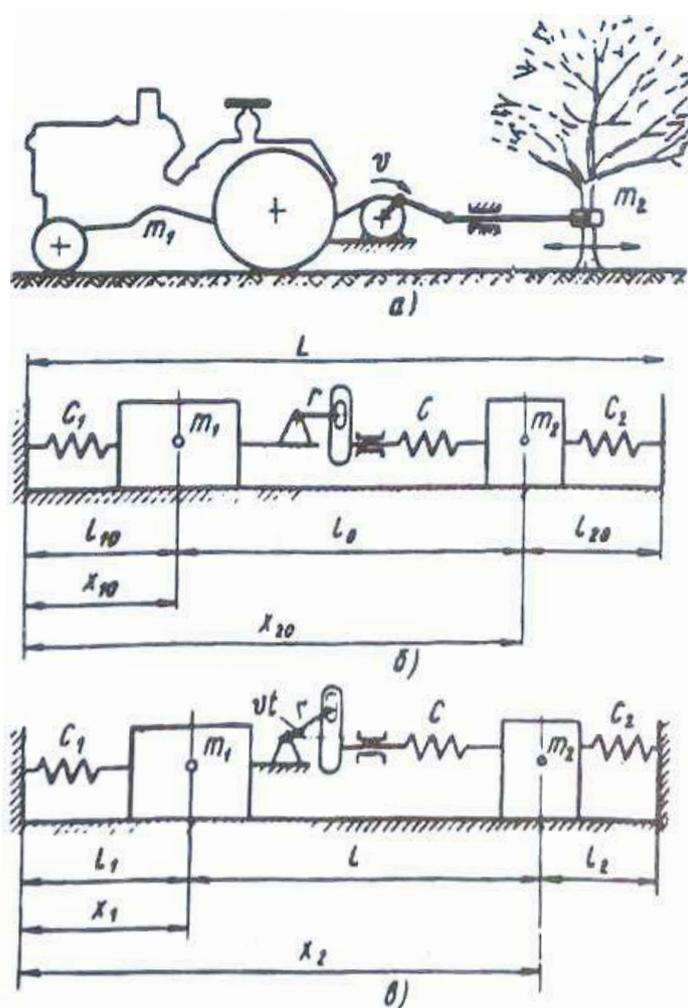


Рис. 5.4. Схема взаимодействия стрелы плодуборочной машины типа ВСО-25 «Стрела», навешенной на трактор, с деревом:

а – схема присоединения стрелы к дереву; б, в – эквивалентная схема колебательной системы

Результаты показали, что 22...25% заданной амплитуды вибратора, установленного на тракторе класса 0,9, не передаются на дерево в месте его обхвата. Эксперименты полностью подтвердили теоретические выкладки.

На плодуборочных машинах для колебания ветвей и дерева за ствол широкое применение находят инерционные вибраторы.

Для колебания скелетных ветвей и небольших деревьев применяют так называемые стряхиватели турельного типа, вибраторы которых выполнены с исполнительным органом в виде кривошипно-шатунного механизма. Стрела такого устройства, внутри которой перемещается вибрирующий шток, шарнирно закреплена на специальном кронштейне, который может поворачиваться на 360°, что улучшает маневренность устройства при обхвате ветви (ствола).

Рассмотрим взаимодействие стряхивателя турельного типа с деревом. При этом примем следующие допущения: сила упругости системы пропорциональна силе отделения плода; сила затухания пропорциональна скорости; возникшие колебания находятся в стабильной фазе, а вибратор способен аккумулировать энергию.

Уравнение движения корпуса вибратора массой m для смещения ствола дерева на величину x (рис. 5.5)

$$y = x + 1 + r - r \cos vt - \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2 vt}$$

В этом уравнении и на рис. 5.5. приняты следующие обозначения: x, y – мгновенный сдвиг с позиции равновесия соответственно дерева и корпуса вибратора, см; m – масса корпуса вибратора, кг; m_c – общая масса системы (масса вибратора и дерева), кг.

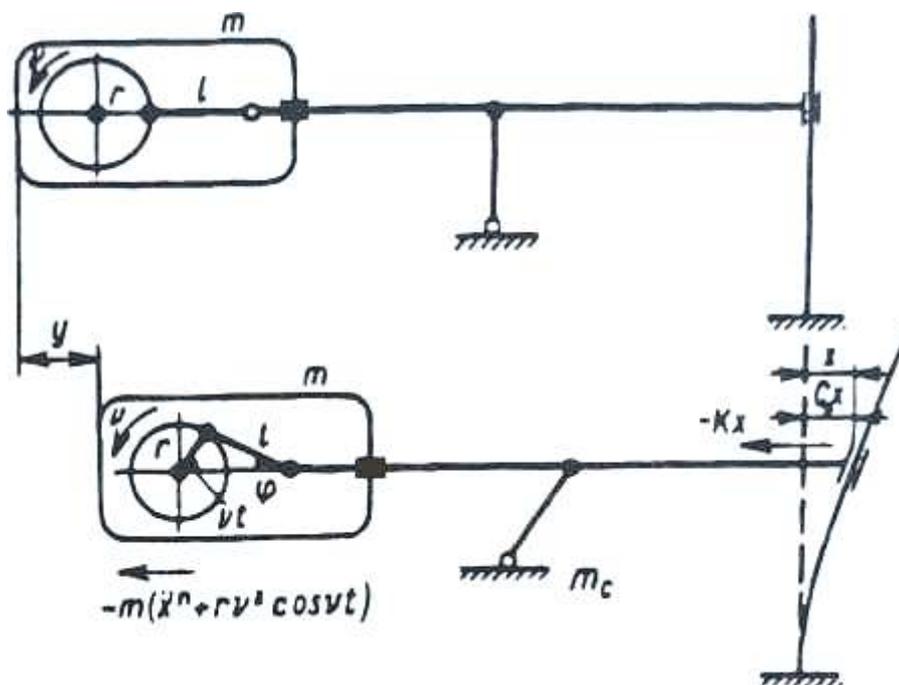


Рис. 5.5. Силы, действующие в системе дерево-вибратор, при колебании дерева инерционным вибратором кривошипно-шатунного типа

Взяв производную уравнения и считая, что $l \geq r$, запишем ускорение корпуса вибратора в следующем приближенном виде:

$$y^{**} = x^{**} + rv^2 \cos vt.$$

Уравнение движения ствола (ветви) в месте обхвата

$$m_c x^{**} + kx^* + C_0 x + mrv^2 \cos vt = 0,$$

где C_0 и k – коэффициент соответственно упругости и затухания колебаний дерева.

Решение этого дифференциального уравнения второго порядка может быть получено в виде

$$x = \frac{a}{2} \cos(vt - \alpha),$$

где a – амплитуда колебаний, см; α – фазовый угол, град.

Амплитуда колебаний может быть определена по формуле Томпсона [19]

$$a = \frac{2mrv^2}{\sqrt{(C_0 - m_c v^2)^2 + (k v^2)^2}},$$

Экспериментально установлено, что частота вынужденных колебаний v значительно выше собственной частоты w дерева, поэтому в первом приближении амплитуда колебаний системы может быть определена из уравнения

$$\alpha = 2mr / m_c$$

Для подбора необходимой массы корпуса инерциального вибратора надо знать условия его работы, т.е. размеры деревьев. Затем, задаваясь амплитудой колебаний вибратора (из предположения передачи, например, не менее 80% этой амплитуды стволу или ветви), можно легко определить требуемую массу корпуса вибратора.

В мировой практике, в том числе в России, для колебания дерева за штаб (ствол) наибольшее применение находят инерционные вибраторы с двумя неуравновешенными (сосредоточенными) массами, вращающимися в противоположных направлениях. Конструктивное оформление таких вибраторов крайне разнообразно, и каждый тип вибратора практически рассчитывают самостоятельно с учетом конкретных условий работы.

В общем случае инерционная сила F_u , возбуждаемая инерционным вибратором с двумя сосредоточенными массами, изменяется по гармоническому закону.

$$F_u = 2mrv^2 \sin \Theta,$$

где Θ – фазовый угол.

Рассмотрим динамику инерционного вибратора с двумя неуравновешенными грузами, вращающимися в противоположных направлениях, при взаимодействии его с деревом (рис. 5.6).

Крутящий момент $L(\varphi)$ (где φ – угловая координата грузов) гидромотора через цепные передачи (или через другие виды передач) передается валам с дебалансными грузами. При этом передачи обеспечивают противофазное синхронное вращение валов с грузами. В системе могут возникать только горизонтальные (название условное в соответствии со схемой) силы инерции по оси x . Так как вибратор (имеется в виду весь узел) закреплен на дереве неподвижно, то силы инерции от вращения неуравновешенных грузов вызывают горизонтальные колебательные движения дерева вместе с вибратором.

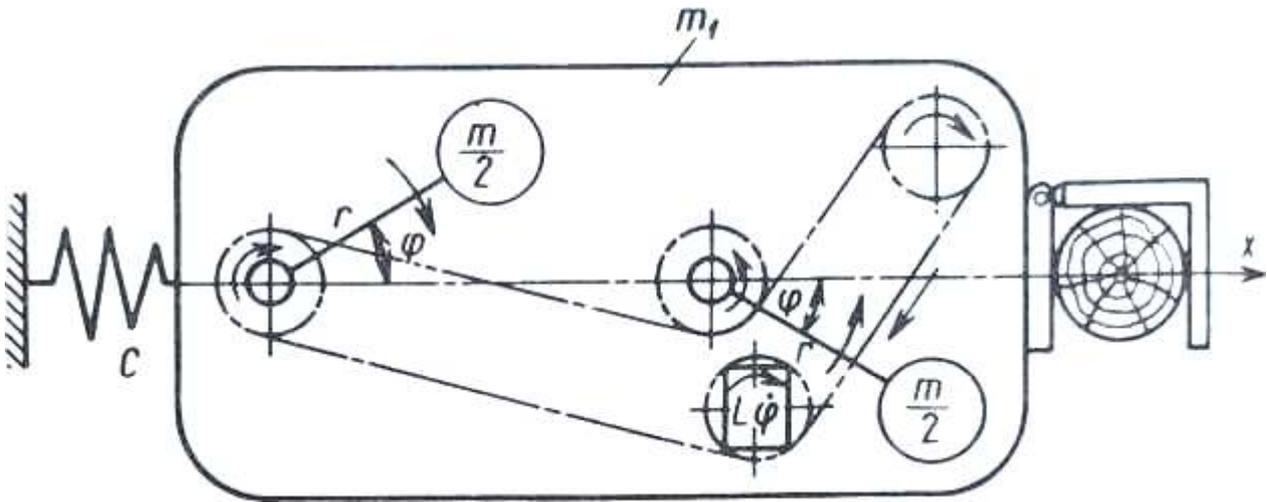


Рис. 5.6. Схема динамической модели инерционного вибратора

Уравнения Лагранжа второго рода, составленные с учетом значений потенциальной и кинетической энергии системы, моментной характеристики $L(\varphi)$ гидромотора, сил сопротивления вращательному $H(\varphi)$ и колебательному $\beta\dot{x}$ движениям, имеют вид:

$$m_0 \ddot{x} + \beta \dot{x} + C_0 x = mr \ddot{\varphi} \cos \varphi + mr \dot{\varphi}^2 \sin \varphi;$$

$$J_x \ddot{\varphi} + H(\dot{\varphi}) = L(\dot{\varphi}) + mr \ddot{x} \sin \varphi + mgr \sin \varphi,$$

где $m_0 = m_1 + m$ – общая масса вибратора с деревом и сосредоточенными грузами; J_x – момент инерций вращающихся масс источника энергии.

Проанализировав эти уравнения с помощью асимптотических методов теории нелинейных колебаний, можно считать, что для инженерных приложений вполне достаточно ограничить анализ первым приближением. Решение уравнений осреднения, полученных из предыдущих уравнений, дает возможность рассматривать как стационарные, так и переходные процессы.

Введем в полученные уравнения малый параметр ϵ , который должен удовлетворять $0 < \epsilon < 1$. При расчете инерционных вибраторов данного типа малый параметр может быть введен, если выполняются следующие условия:

$$\frac{m}{m_1} \ll 1; \quad \frac{m}{m_0} \ll 1; \quad \frac{m}{l_x} \ll 1;$$

$$\frac{\beta}{m_0} \ll 1; \quad \frac{1}{l_x} = \epsilon R,$$

где R – положительное число.

Соблюдение этих условий означает, что силы и моменты в правой части уравнений, а также силы сопротивления (трения) $\beta\dot{x}$ малы по сравнению с другими силами и моментами, действующими в системе.

Вводя новые переменные и произведя необходимые преобразования, получаем выражение для определения амплитуды колебательной системы

$$a = \frac{m}{m_0} \frac{4n^2}{\sqrt{4\omega^2(\omega - n)^2 + \beta^2 \frac{\omega^2}{m_0^2}}}$$

и фазового угла

$$\Theta = \arctg \frac{\beta}{2m_0(n - \omega)}$$

где n - частота вращения гидромотора.

Применяя эти формулы, а также используя известные из теоретической механики соотношения и экспериментальные данные по коэффициентам упругости деревьев и собственной частоте колебательной системы ω [14, 15, 16, 37], можно рассчитать инерционный вибратор для колебания плодового дерева.

Максимальная возмущающая сила от вращения неуравновешенных грузов

$$F_{max} = m_2 v_{ep}^2 r$$

где m_2 – масса двух грузов; $v_{ep} = \pi n/30$ – угловая скорость груза; r – расстояние от центра вращения до центра тяжести груза.

Задаваясь массой неуравновешенных грузов, можно получить возмущающую силу, которую они развивают при вращении, или используя данные по коэффициенту упругости деревьев, задаться значением возмущающей силы и затем из формулы найти массу неуравновешенных грузов.

Распространение волн в стволе и ветвях.

Теоретическое исследование закономерностей распространения волн в стволе и ветвях при их колебаниях затруднительно ввиду невозможности учесть влияние всех случайных факторов на процесс волнообразования. В связи с этим исследование закономерностей распространения волн в стволе и ветвях можно производить только экспериментально – скоростной кино съемкой. Впервые такие работы выполнены в ВИСХОМе [22].

Обработка материалов кино съемки показала, что при установившихся режимах работы вибратора в стволе и ветвях образуются стоячие волны. В местах образования узлов ствол и ветвь практически не получают колебаний, поэтому плоды, расположенные вблизи узлов, не могут оторваться от места прикрепления. Для высокой полноты съема плодов стволу и ветвям должны сообщаться колебания переменной частоты.

Установлено также, что длина волны уменьшается по мере уменьшения жесткости ствола и ветвей, а амплитуда колебаний при этом увеличивается. Этим объясняется опадание плодов в первую очередь с верхних частей деревьев, большой их разброс и даже обламывание верхних частей ветвей. Если колебания дерева с плодами начинать при частоте не более 2/3 оптимальной, то это обеспечит попадание плодов на улавливающее приспособление, позволит улучшить полноту съема плодов за счет охвата переменной вибрацией всех участков ствола и ветвей и исключит поломку верхних частей дерева.

При понижении места обхвата ствола от земли или ветви от места прикрепления увеличиваются амплитуды колебаний всех участков ствола и ветвей (при одних и тех же режимах работы вибратора), поэтому для обеспечения более высокой полноты съема плодов при минимально возможном времени колебания дерева необходимо захватывать по

возможности ниже от земли (но не ниже 50 см), а скелетную ветвь необходимо захватывать на 1/3 ее длины от места прикрепления к стволу.

Имея экспериментальные закономерности распространения волн в стволе и ветвях и зная место положения плода на ветви, можно подсчитать амплитуду колебаний его точки подвеса, полагая, что частота колебаний передается точке подвеса полностью. Этот вывод подтвержден результатами дешифровки материалов скоростной киносъемки.

Условия отрыва плода.

При вибрационной уборке плодов плод на плодоножке может совершать колебания практически в любой плоскости. При этом на горизонтальное смещение точки подвеса плода могут накладываться смещения в вертикальной и других плоскостях. Ветвь также может вибрировать не в одной плоскости, поэтому абсолютное движение центра тяжести плода является сложным, трудно поддающимся математическому описанию. Математический анализ движения центра тяжести плода возможен при наложении на систему плод-плодоножка некоторых ограничений, приводящих к определенной погрешности в конечных результатах.

Отделение плодов от ветвей происходит в результате действия: инерционных сил, возникающих от колебаний точки подвеса плода в горизонтальной и вертикальной плоскостях, соосной растягивающей силы, усталостных разрушений плодоножки в месте крепления к ветви или плоду, а также в результате кручения плода относительно места его прикрепления к плодоножке и других сложных деформаций плодоножки, которые до сих пор полностью не изучены. Основные возможные виды движения плодов при вибрационной уборке показаны на рис. 5.7. Каждому случаю отрыва плода соответствует определенное значение частоты возмущающей силы, обеспечивающей его необходимое угловое или вертикальное ускорение.

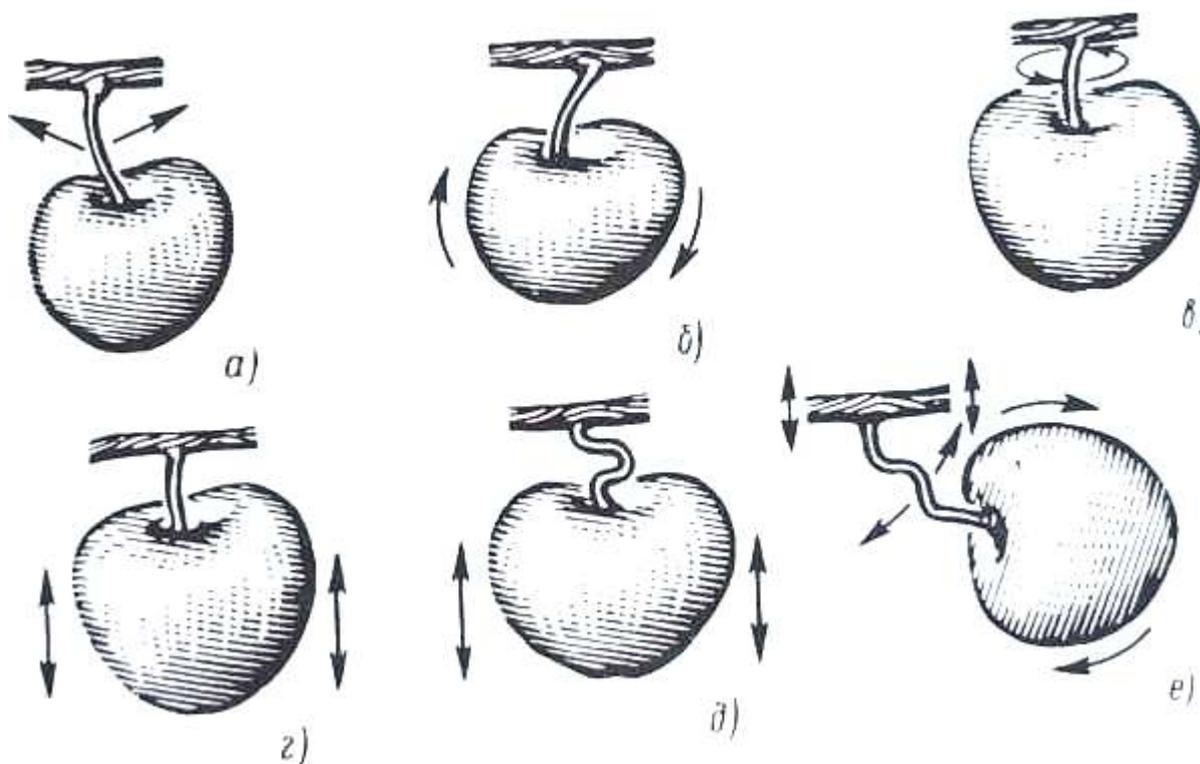


Рис. 5. 7. Основные виды движения плода при вибрационной уборке: а – маятниковое; б – качающееся, в – крутильное, г – вертикальное; д - (рывковое) с изгибом плодоножки; е – комбинированное

Механизму отрыва плода посвящено много работ отечественных и зарубежных авторов. Отсылая читателей к работе [25], в которой подробно описаны различные математические

модели движения плодов при вибрационной уборке фруктов, следует отметить, что усложнение математических моделей путем представления системы «плод-плодоножка» в виде двойного физического маятника с торсионными пружинами в месте стыка плодоножки с ветвью приводит к получению несколько более точных результатов по необходимой частоте и амплитуде колебаний точки подвеса плода для его отрыва. Однако исследователи таких систем приходят к выводу, что можно в качестве модели системы плод-плодоножка принимать простой физический маятник, ибо несовпадение требуемых для отрыва плода частот не превышает 15%.

В 1963 г. Г.П.Варламов предложил упрощенную теорию отрыва плода [13]. Впоследствии она была подтверждена большим числом опытов автора [19], что позволило рекомендовать ее в качестве отправной теории для выбора режимов работы вибраторов плодуборочных машин, обеспечивающих высокую полноту съема плодов.

При математическом анализе механизма отрыва плода применено уравнение движения простого физического маятника с горизонтальным синусоидальным перемещением точки подвеса. Зная закон движения центра тяжести плода, а также некоторые физикомеханические свойства плодов (прочность связи плодоножки с ветвью и плодом, размеры плодоножки), можно прогнозировать наивыгоднейшие режимы колебаний точки подвеса плода для его отрыва путем теоретического подсчета инерционных сил при различных режимах колебаний и последующего сравнения их со статическими силами отрыва плодов. Если инерционные силы будут больше статических сил отрыва, то плод оторвется в месте наименьшей связи.

Вынужденные колебания маятника с горизонтальным перемещением точки подвеса были уподоблены движению маятника, точка подвеса которого прикреплена к поступательно движущейся платформе (рис. 5.8). Дифференциальные уравнения движения могут быть получены как методом Лагранжа, так и непосредственно составлением уравнений относительного движения (с учетом инерционных сил).

Из уравнений Лагранжа получен закон движения маятника (плода) в функции угла поворота:

$$\varphi = \frac{\alpha v^2}{l(\omega^2 - v^2)} \left(\sin vt - \frac{v}{\omega} \sin \omega t \right),$$

где α – амплитуда возбуждающей силы; v – круговая частота возбуждающей силы; φ – угол отклонения маятника; l – приведенная длина физического маятника; $\omega = \sqrt{g/l}$ – круговая частота собственных колебаний:

На отрыв плода во время колебания оказывает влияние нормальная и касательная составляющие силы инерции (рис. 5.8)

$$I_n = m_n j_n = m_n l \dot{\varphi}^2;$$

$$I_t = m_n j_t = m_n l \ddot{\varphi};$$

где m_n – масса плода; j_n – нормальное ускорение; j_t – касательное ускорение; $\dot{\varphi}$ – угловая скорость; $\ddot{\varphi}$ – угловое ускорение.

Полная сила инерции

$$I = \sqrt{I_n^2 + I_t^2}.$$

Дифференцируя основное уравнение по времени, получаем величины φ^* и φ^{**} , используя которые, находим

$$I_n = m_n l \left[\frac{\alpha v^3}{l (\omega^2 - v^2)} (\cos vt - \cos \omega t) \right]^2$$

$$I_t = m_n l \left[\frac{\alpha v^3}{l (\omega^2 - v^2)} (\omega \sin \omega t - t \sin vt) \right]^2.$$

С использованием этих формул на ЭВМ проведены расчеты по прогнозированию оптимальных амплитудно-частотных режимов колебаний точки подвеса для отрыва различных плодов.

Экспериментально установлено, что собственная частота различных плодов в 6-10 раз ниже вынужденных колебаний, необходимых для их отрыва. Подсчитано и экспериментами подтверждено, что натяжения плодоножек различных плодов при их собственных колебаниях меньше, чем по статическим условиям отрыва в 12... 14 раз. Это позволило высказать гипотезу о том, что наибольшая сила инерции в результате собственных колебаний плода при его вибрационной уборке не превышает 10... 12% наибольшего значения силы инерции в результате его вынужденных колебаний. Подобное предположение позволяет в предыдущих выражениях для I_n и I_t пренебречь членом, содержащим частоту собственных колебаний, а величину $(\omega^2 - v^2)$ приравнять v . Тогда

$$I_n = m_n l \left[\frac{\alpha}{l} v \cos vt \right]^2;$$

$$I_t = -m_n \alpha l v^2 \sin vt.$$

Расчеты, выполненные по этим формулам, позволили получить частоты и амплитуды для отрыва различных плодов.

Наличие большого числа случайных факторов при уборке плодов дает основание полагать, что при прогнозировании необходимых режимов колебаний точки подвеса плода для его безусловного отрыва могут быть рекомендованы последние прощенные формулы, что подтверждают эксперименты.

В шестидесятых-семидесятых годах XX столетия наблюдался пик публикаций по теоретическому обоснованию отрыва отдельного плода. При этом в большинстве случаев модели системы «плод-плодоножка» значительно усложнялись [25].

При анализе применялся сложнейший математический аппарат с использованием нелинейной теории движения плодоножки и плода с применением цифрового интегрирования сдвоенных уравнений движения системы «плод-плодоножка»; делались попытки оценить расчетную модель всего живого плодового дерева с использованием метода ограниченного элемента; пытались применить компьютерный анализ отделения плодов от ветвей с учетом структуры всего дерева; оценивалось опадение плодов с использованием многоспектрального анализа; учитывалось состояние плодоножки в процессе отрыва плода и др.

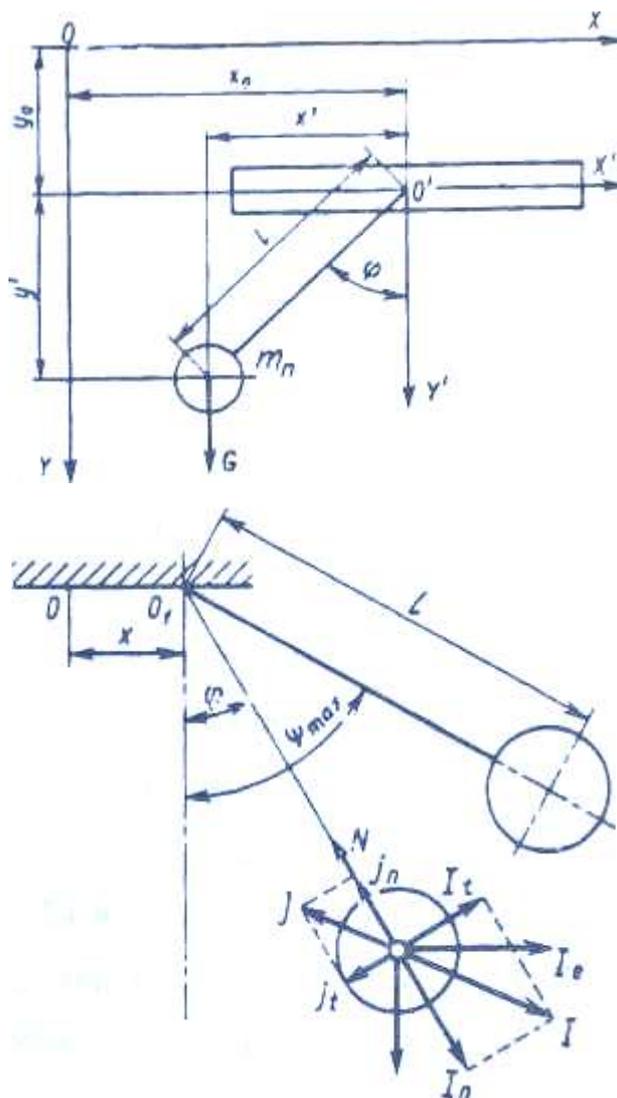


Рис. 5.8. Схема сил, приложенных к плоду при его колебаниях

Однако в результате исследования таких систем сами авторы приходили к выводу, что можно в качестве модели «плод-плодоножка» принимать простой физический маятник.

Одной из главных трудностей теоретического анализа отрыва плодов облепихи является невозможность передачи волнового колебания структуре дерева с плодами в силу крайне небольшой жесткости ветвей в месте расположения плодов. Кроме того, большие амплитуды колебаний плодоносящих ветвей могут вызвать облом последних.

В связи с этим, для уборки плодов облепихи необходимы другие способы передачи колебаний на плодоносящие ветви, например, виброударное воздействие на штабб дерева или ударное взаимодействие рабочих органов с плодоносящими ветвями. Эти механизмы должны иметь достаточно большую частоту и малую амплитуду колебаний, что обеспечит максимальный съем плодов при минимальных повреждениях плодовой древесины. Эти вопросы освещены ниже.

Для эффективного использования плодуборочной техники необходимо готовить сады и ягодники для механизированной уборки [18, 40, 71], что обеспечивает съем плодов при более низких (щадящих) режимах работы вибратора, которые уменьшают повреждения плодов и плодовой древесины при высокой полноте съема плодов.

В ряде зарубежных стран (США, Италия, Испания и др.) широко апробировано предуборочное (за 10-15 дней до уборки) опрыскивание деревьев с урожаем дефолиантами, ослабляющее прочность связи плодоножки с ветвью и плодом, что обеспечивает высокоэффективную работу плодуборочных машин. Особенно заметен положительный эффект опрыскивание дефолиантами олив (маслин), имеющих крепкую связь плодоножки с ветвью и плодом.

Все изложенные выше теоретические материалы по отрыву плода могут быть использованы с определенными допущениями для описания отрыва плодов облепихи в силу их совершенно исключительных особенностей, указанных в начале главы. Крайне важен, при всех прочих равных условиях, агротехнический прием по ослаблению прочности связи плодоножки с ветвью и плодом. Его влияние на механизированный съем плодов описан в очередном разделе.

Трудность применения традиционных плодуборочных машин потребовала изыскания других способов съема плодов облепихи с дерева и создания необходимого математического обоснования, что выполнено учеными России при создании конкретных облепихоуборочных машин, описанных ниже.

5.2. Поиск путей механизированной уборки плодов облепихи

Как уже было указано выше, вибрационный способ уборки плодов облепихи наиболее эффективен (при непременном соблюдении условий агрофона в соответствии с агротехническими требованиями) при небольшой прочности связи плодоножки с ветвью и плодами в период уборки урожая.

Проблема уборки плодов облепихи механизированным способом решается в России более 25 лет. Получены определенные данные по возможности применения вибрационного способа уборки при некоторых изменениях сортовых особенностей культуры и других агротехнических мероприятий.

В настоящее время растения облепихи имеют ряд свойств, которые делают механизированную, в частности вибрационную, уборку практически невозможной.

Установлено, что вся облепиха, растущая в диких зарослях, непригодна (не приспособлена) для механизированной уборки.

Все сорта, введенные в культуру, в первую очередь алтайские сорта Дар Катуня, Новость Алтая, Золотой початок, Витаминная, Масличная и другие, получившие наибольшее распространение в Сибири, Бурятии, Туве и в ряде других регионах России (Кавказ, Ставропольский и Краснодарский края, европейская часть России) также непригодны для механизированной уборки, в первую очередь наиболее производительной – вибрационной уборки.

Основные несоответствия существующих сортов облепихи к механизированной (вибрационной) указаны выше.

Для осуществления механизированной уборки, в том числе вибрационной, требуются сорта, имеющие небольшую высоту (до 2,5 м), штабб дерева не менее 50 см, разреженное расположение плодов на ветвях, сухой отрыв плодов от плодоножки, прочную кожицу плодов, длинную плодоножку, компактную форму кроны диаметром не более 2,5 м, небольшой размер основания куста (до 40-50 см) даже при кустовидной форме произрастания облепихи.

Примечание. Такие же трудности встречались при внедрении механизированной уборки черной смородины, крыжовника и винограда технических сортов. Однако, как только агрофон был приведен в соответствие с агротехническими требованиями, эти машины были созданы и в настоящее время работают на полях России и стран СНГ.

Для внедрения механизированного способа уборки плодов облепихи за последние 20 лет предлагалось много идей, часть из которых проверена в полевых условиях [6, 10, 17, 19, 38, 59, 60, 61, 68, 81].

Среди поисков путей внедрения механизированной (вибрационной) уборки облепихи главным направлением являлось определение способов уменьшения прочности связи плодоножки с ветвью и плодами.

Делались попытки ослабить связь плодоножки с ветвью и плодом следующими приемами:

- Замораживание плодов на живом плодовом дереве с помощью жидкого азота или воздушной! холодильной машиной;
- Оставление плодов на дереве до естественных заморозков (до зимы). Плоды облепихи полностью замерзают при температуре минус 16°C;
- Опрыскивание деревьев дефолиантом за 10-12 дней до уборки, ослабляющим связь плодоножки с деревом и плодом. Применялись различные дефолианты, в том числе этрел, кампозан, смеси дефолиантов;
- Воздействие на плоды электрическим током, ультразвуком, тепловой радиацией.

Предлагалось также проводить механизированную уборку методом среза плодоносящих побегов двухлетнего возраста с последующим обмолотом плодов в стационарных условиях и утилизацией вегетативной части срезанных побегов. Этому вопросу будет посвящен отдельный раздел, так как ученые-агротехники до сих пор не пришли к единому мнению по возможности уборки плодов методом среза плодоносящих побегов.

В качестве технических средств для вибрационной уборки плодов облепихи апробированы все существующие в России плодуборочные и фундукоуборочные машины, ягодо- и виноградоуборочные комбайны, электроягодоуборочные машины с ручными вибраторами. Результаты и апробация изложены в очередных разделах.

Ниже изложены некоторые приемы по ослаблению прочности связи плодоножек с ветвью и плодами облепихи.

5.2.1. Ослабление прочности связи плодоножки с ветвями и плодами облепихи путем мгновенного замораживания плодов на живом дереве

Замораживание Плодов Облепихи на живом дереве апробировано в полевых условиях жидким азотом (Институт теплофизики СО АН СССР и НИИСС) и воздушной холодильной машиной (ВИСХОМ).

Способ уборки плодов облепихи, замерзших на дереве, известен с незапамятных времен. Зимняя уборка обеспечивает простоту съема за счет колебания ветви рукой или ударом палкой по ветви (на конце палки-шеста делается утолщение из эластичного материала, обеспечивающее целостность древесины при ударах по ней – такое орудие называют колотушкой). Однако подобный способ имеет несколько существенных недостатков. Оставляя плоды на дереве фермер (предприятие), рискует потерять их от поедания птицами, самоосыпания за счет колебания ветвей ветром, разворыванием браконьерами и т.д. Плоды полностью замерзают при температуре минус 16°C. К этому времени возможны снегопады, затрудняющие перемещения по плантации, а также периоды «ночные заморозки – дневные оттепели», что крайне отрицательно влияет на качество плодов.

Отдельные авторы, в частности Б.С. Ермаков [55, 56], предлагают укрывать кусты пленкой и замораживать их до температуры минус 15°C, а затем стряхивать. В производственных условиях этот способ нереален. Он может быть применен лишь у садоводов-любителей, имеющих на участке 2-3 облепиховых дерева (куста).

Вместе с тем Б.С. Ермаков отмечает: «Однако не ясно, как отнесется к мгновенному замораживанию все растение. Ведь естественные холода наступают постепенно, растение успевает к ним подготовиться и перенести без вреда для себя. Мгновенное же замораживание – совсем другое дело. Может оказаться выгодным замораживать не весь куст, а обдуть струей охлажденного воздуха (или другого газа) только плодоносящие ветки».

Во второй половине 70-ых и первой половине 80-ых годов XX столетия было выдано более десяти авторских свидетельств на изобретения по способу уборки мгновенно замороженных на дереве (кусте) плодов облепихи.

Здесь описаны лишь три авторских свидетельства.

В 1976 г. защищен «Способ сбора ягод» (Авт. свид. № 600985, БИ № 13, 1978. Приоритет от 15.06. 1976, Кутателадзе С.С., Бартенев В.Д. и др.), заключающийся в том, что с целью предохранения куста от промерзания и увеличения сбора ягод, перед замораживанием куст опрыскивают водой, причем замораживание куста и встряхивание куста проводят в теплоизолирующей камере.

Устройство для осуществления данного способа уборки (рис. 5.9) включает специальный водяной душ 1, теплоизолирующую камеру 2 и устройство для разбрызгивания жидкого хладагента 3.

Устройство работает следующим образом. Тракторист подъезжает к кусту, включает водяной душ 1 и обрабатывает куст водой до полного покрытия водой всей листовой части и ветвей куста с ягодами, что способствует интенсивному замораживанию куста при воздействии на него низких отрицательных температур.

Затем теплоизолирующая камера замыкается, охватывая куст со всех сторон. После этого включается устройство для разбрызгивания жидкого хладагента 3, например жидкого азота. Разбрызгивание длится до тех пор, пока плодоножки ягод не охладятся до минусовой температуры в пределах 12-16*С. По данным авторов, процесс опрыскивания хладагентом должен продолжаться в течение 20-30 с. Подобная обработка дерева (куста) приводит к затвердению (иногда полному замерзанию) сока в плодоножках и ягодах и, как следствие, приводит к улучшению отделения ягод от ветвей в процессе их встряхивания.

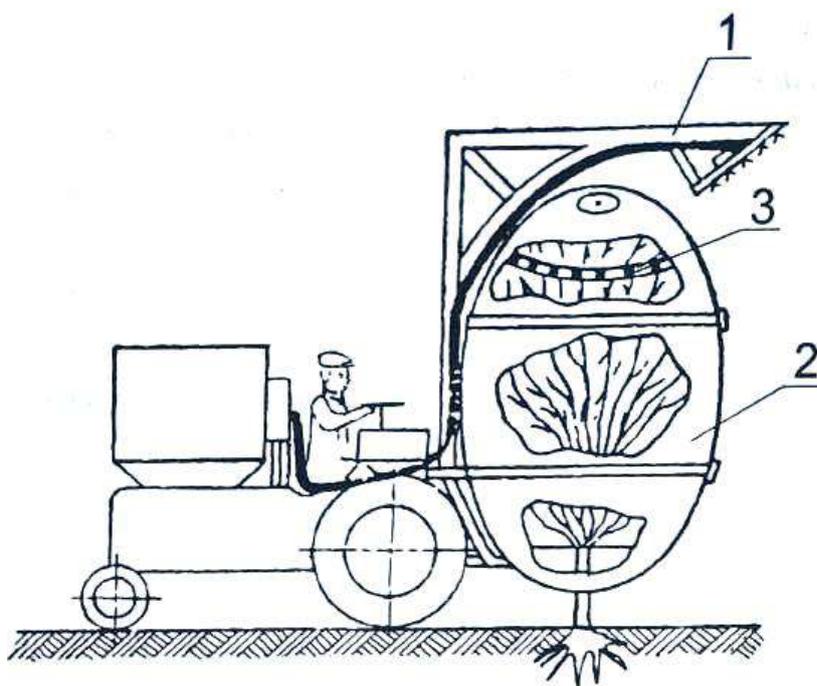


Рис. 5.9. Устройство для замораживания и сбора плодов облепихи

Кутателадзе С.С., Бартенев В.Д., Корольков А.Г., Луцет М.О., Попов Ю.С., Титов Н.Т. предложили усовершенствованный, непрерывный способ сбора ягод, преимущественно облепихи, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности труда, замораживание осуществляется путем подачи струи жидкого азота на початки ягод в течение 5-10 с. (Авт. свид. № 1012829, БИ № 15, 1983. Приоритет от 03.05.1979).

По авт. свид. № 600985 позиционный способ сбора ягод, включающий отделения ягод от куста встряхиванием с предварительным опрыскиванием водой и замораживание куста, имеет недостаток – низкая производительность труда из-за значительного времени замораживания, и позиционного принципа действия машины.

На рис. 5.10 показано устройство (вид сбоку) по авт. свид. № 1012829, реализующее предлагаемый новый, непрерывный способ сбора ягод облепихи.

Устройство включает порталное энергетическое средство 1, рабочую камеру 2, приспособление 3 для подачи струи жидкого азота на растение, рабочий орган 4 для встряхивания растения, транспортер 5 и приспособления 6 для опрыскивания водой.

Способ сбора ягод осуществляется следующим образом.

При непрерывном движении порталного энергетического средства 1 растения обрабатываются водой с помощью приспособления 6, и далее включается на 5-10 с приспособление 3 для подачи струи жидкого азота. Затем включается рабочий орган 4, который отряхивает ягоды, поступающие на транспортер 5 и далее им подаются в тару.

Авторы утверждают, что применение предлагаемого изобретения позволит значительно повысить производительность труда.

Для реализации этих способов сбора ягод облепихи путем замораживания куста нужны облепиховые сады высотой не более 1,8 м, иначе порталное энергетическое средство будет очень высоким и неустойчивым.

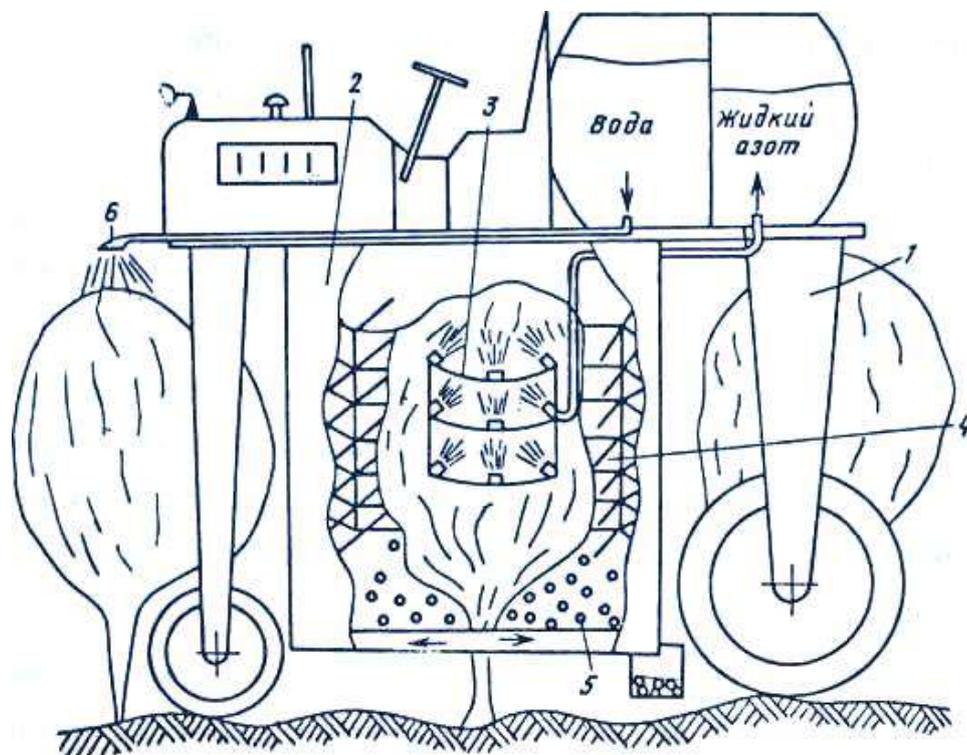


Рис. 5.10. Схема устройства для сбора ягод облепихи с использованием метода замораживания куста жидким азотом

Для работы такого устройства нужно формирование облепихового куста – зона основания куста не должна превышать 40-50 см. На схеме показано облепиховое деревцо со штамбом. В садах где облепиха произрастает в кустовидном виде это устройство применить затруднительно.

Все изложенное выше, а также дороговизна жидкого азота, не позволяет считать пока этот способ сбора ягод облепихи, имеющим практическую ценность (Авт. свид. № 600985 и № 1012829).

Кроме того, до настоящего времени не изучена физическая сущность замораживания кустов облепихи и как оно влияет на дальнейшую жизнедеятельность и плодоношение растений.

Ждановский А.А., Велинчиц Б.Б., Антипов В.В. и др. предложили устройство для сбора ягод (Авт. свид. № 948327, БИ № 29, 1982. Приоритет от 24.02. 1981), предназначенное для повышения производительности при сборе дикорастущих ягод облепихи. Устройство очень сложно и не имеет практической ценности.

В.Д. Бартенев, А.Г. Корольков, М.О. Луцет, Т.Н.Титов, и А.Н. Цой опубликовали брошюру, посвященную искусственному замораживанию кустов облепихи – как способу механизации сбора ягод [7], дающую теоретическое обоснование авт. свид. № 600985 и № 1012829, описанным выше.

В предисловии авторы указывают, что в работе рассматриваются различные режимы искусственного охлаждения кустов облепихи с целью ослабления связи плодов с веткой – для сбора ягод при помощи вибрации. Понижение температуры охлаждения до температуры жидкого азота дает максимальную производительность вследствие наименьшего времени охлаждения. За счет сохранения достаточно высокой температуры окружающего воздуха использование жидкого азота может стать наиболее экономичным.

Работа выполнена в лаборатории академика РАН С.С. Кутателадзе совместно с сотрудниками отдела механизации НИИСС имени М.А. Лисавенко.

В работе [7] обосновывается способ искусственного замораживания плодоножки ягоды с целью ее отрыва динамической нагрузкой (вибрацией). Авторами проведен натурный, эксперимент в полевых условиях, позволивший выявить ряд проблем, которые необходимо решить для достижения конечной цели – разработки, экономически эффективного способа сбора ягод. К этим проблемам относится выбор режима замораживания плодоножки на кусте, отвечающего главной цели и одновременно биологически безопасного.

Режим охлаждения определяется внешними и внутренними факторами, по отношению к растению. К внешним – относятся температура охлаждающей среды и коэффициент теплоотдачи от растения к ней, к внутренним – теплофизические свойства элементов растения.

Выбор охлаждающей среды связан с выбором способа охлаждения. Среди известных способов искусственного охлаждения практически могут быть реализованы: охлаждение жидким азотом, охлаждение воздушной холодильной машиной.

Каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки.

К достоинствам первого способа следует отнести высокую скорость охлаждения вследствие высокого коэффициента теплоотдачи, относительно большую компактность передвижной части установки с разомкнутым циклом, так как на передвижной части устанавливаются только емкости с жидким азотом, а установка по ожигению азота стационарна. К недостаткам охлаждения жидким азотом относится «жесткость» режима охлаждения, т.е. малое время протекания всего процесса в связи с его высокой скоростью,

вследствие чего повышается опасность «переморозить» или «недоморозить». В связи с этим повышаются требования к регулированию процесса.

К достоинствам охлаждения вторым способом следует отнести автономность установки, относительную «мягкость» режима охлаждения, меньшие затраты на единицу холодильной нагрузки. К недостаткам второго способа относится меньшая скорость охлаждения, а следовательно меньшая производительность и большое число проблем, которые необходимо решить при применении этого способа в реальных условиях. Главной из них, на взгляд авторов, является обеспечение надежности работы установки в полевых условиях.

.Далее в работе сравниваются температурные режимы охлаждения по энергозатратам на их обеспечение в зависимости от температуры охлаждающей среды и коэффициента теплоотдачи. Приводится распределение температуры в элементах растения, которое влияет на их биологическую стойкость.

Полевые испытания, проведенные совместно Институтом теплофизики СО АН СССР и НИИ садоводства Сибири в течение 1976-79 гг., показали, что искусственное охлаждение плодоносящих ветвей жидким азотом с целью вибрационной уборки плодов дает высокую производительность сбора и, по мнению авторов, не вызывает особо вредного влияния и гибели кустов. Лист, собранный вместе с ягодой после сепарации, можно использовать как витаминную прикормку в животноводстве.

Анализ описанной выше статьи показывает, по мнению ВИСХОМа, что в теоретическом плане она представляет определенный интерес. Однако полевые опыты практически не описаны. Не указаны параметры кустов, характер расположения ягод на ветви (плотные початки, полуразреженное или разреженное расположение ягод и т.д.). Какими машинами (приспособлениями) осуществлялось колебание кустов, скелетных ветвей, режимы их работы также не указаны. В последующие годы эта работа нигде не рекламировалась.

Некоторые данные по экспериментам были взяты из отчета сотрудника ВИСХОМа, вед. инженера-конструктора лаборатории машин для уборки облепихи А.П. Синельникова, присутствовавшего при проведении опытов по испытанию установки для замораживания жидким азотом плодоносящих ветвей облепихи.

Суть отчета. В сентябре 1977 г. отделом механизации НИИСС совместно с институтом теплофизики СО АН СССР был апробирован вибрационный способ уборки плодов облепихи с применением жидкого азота для замораживания плодов с целью ослабления прочности связи плодоножки с ветвью и плодом. Руководил проведением опытов сотрудник института теплофизики Луцет Марк Ошерович.

В качестве установки для замораживания плодов облепихи жидким азотом использовался обычный сосуд Дьюара марки ТРЖК-4М, предназначенный для хранения и транспортировки сжиженных газов, емкостью 300 л. Температура азота в сосуде была минус 200°С, рабочее давление от 2,0 до 2,5 атм.

Рабочий сосуд устанавливался на одноосный прицеп, который агрегатировался с трактором. С другим трактором агрегатировался вибратор. В качестве вибраторов использовались: вибратор машины ВУМ-15 для уборки вишни; вибратор турельного типа и вибратор для уплотнения бетона.

Технологический процесс установки (агрегата) для уборки плодов облепихи заключался в следующем.

Два трактора, один с вибратором, второй - с морозильным устройством,,., подъезжают к дереву с двух сторон и останавливаются. Производится захват штамба (ветви) вибратором. Включают в действие замораживающее устройство и вводят мундштук выходного шланга в крону куста облепихи; при этом мундштук, выдающий жидкий азот, постоянно перемещают вдоль плодоносящей ветви до полного замерзания плодов и плодоножек. Установлено, что

период обработки одной ветви с плодами длиной от 40 до 70 см длится 1,5-2,0 мин. При этом расход азота на съем 1 кг плодов составляет около 5 л.

После замерзания плодов включают в работу вибратор, который за 40-50 с колебания ветви обеспечивал съем плодов с этой ветви в пределах 90-100%. Далее поочередно обрабатывали следующие ветви с плодами жидким азотом и осуществляли с них съем плодов вибратором, заранее захватившим очередную ветвь. Таким образом, чем больше скелетных ветвей, тем длиннее во времени общий цикл уборки плодов с одного куста (дерева).

Испытаниями установлено, что ни один из вибраторов полностью не удовлетворял экспериментаторов по режимам работы и по удобству захвата штамбов и ветвей.

Работы по замораживанию плодов на кустах облепихи начаты в НИИСС в 1976 году. Первоначально проводили замораживание всего куста (дерева) в Специально изготовленной закрытой (герметичной) камере. Однако отменено, что мгновенное замораживание всего куста оказывает неблагоприятное действие на последующую жизнедеятельность куста (дерева). Видимо предположение сотрудников НИИСС оказалось верным, так как в 1977 г. они приступили к замораживанию только плодоносящих ветвей. И это несмотря на то, что замораживание отдельных ветвей требует в несколько раз больше жидкого азота, чем при замораживании всего дерева (куста) в закрытой камере. Естественно, что замораживание отдельных ветвей с плодами значительно удорожает и удлиняет уборку.

В связи с разноречивыми данными, полученными НИИСС и СО АН СССР, при теоретических исследованиях и при проведении опытов, ВИСХОМ решил воспроизвести опыты самостоятельно по замораживанию плодов облепихи на живых облепиховых деревьях. Опыты проводились в 1980-1981 гг.

Для этого было выбрано 12 облепиховых кустов в плодовом саду ВИСХОМа (всего в саду имелось 120 кустов селекции канд. с.-х. наук С.Н. Ковалева, саженцы которых были получены у Ковалева в 1976 г.)

Кусты имели высоту около 2,2 м, диаметр кроны находился в пределах 2,0 м. Кусты (по 4 шт. каждого типа) выбирались с расположением ягод в плотных початках, в полуразрезанном и разрезанном виде. Для последующего колебания кустов использовали специально разработанные вибраторы с ручным управлением (3 варианта).

Была изготовлена герметичная камера (колпак) диаметром 2,2 м и высотой 2,4 м с возможностью подвода в нее хладагента.

В качестве холодильного агрегата использовалась мощная холодильная машина, взятая в аренду на хладокомбинате.

Результаты наших опытов по многим расчетным параметрам, указанным в статье В.Д. Бартенева и др., не подтвердились.

В частности, время орошения холодильной машиной, необходимое для замораживания плодоножки получено в пределах: на плотных початках – более 120-150 с., на полуразрезанных – около 100-130 с., на разрезанных – около 100 с при температуре хладагента минус 100°С.

Последствия оказались плачевными – 7 деревьев, из 12 испытуемых, через 2 года погибли. При замораживании кустов сильно «перемораживались» однолетние приросты, которые зачастую при колебании отламывались, даже при щадящих режимах колебаний.

Единственный вывод у авторов статьи и у сотрудников ВИСХОМа совпал – подтверждена принципиальная возможность значительного облегчения съема плодов облепихи при замораживании их на кустах.

Уборка плодов облепихи в естественно замороженном состоянии в зимнее время была доказана в условиях Монголии монгольским аспирантом Авдаем Чилхаажавыном [2, 3] еще в 1975 г., который использовал для съема плодов плодуюборочную машину ВСО-25 «Стрела» (ныне Авдай Чилхаажавын - действительный член Монгольской Академии наук, доктор технических наук; профессор), а также монгольским ученым, кандидатом технических наук Балганом Б. [4].

5.2.2. Ослабление прочности связи плодов с ветвями химическим способом

Как уже отмечалось ранее оставление плодов на дереве до зимы (до естественных заморозков) в принципе заманчивая идея. Однако оставленные на дереве плоды могут быть полностью (или частично) уничтожены птицами или сброшены на землю в безвозвратные потери в ветреную погоду, или же в результате ночных заморозков и дневных оттепелей плоды портятся (закисают), теряют свои товарные качества, цвет и т.п., а также могут быть разворованы браконьерами.

Наиболее реальным путем ослабления связи плодоножки с деревом и плодом является прием опрыскивания деревьев за 10-12 дней до уборки безвредным для здоровья людей дефолиантом. Апробация этого агроприема, в сочетании с применением различной вибрационной техники, дала исключительно положительные результаты, особенно на штамбовых сортах облепихи.

По данным В.И. Деменко [45] для решения вопроса по ослаблению прочности связи плодоножек олив (маслин) с плодами и деревом в странах, культивирующих эту культуру, апробировано за короткое время около 500 различных дефолиантов (и выбрано лишь 5, пригодных для этой цели), что позволило за счет применения вибрационных плодуюборочных машин, полностью исключить ручной труд при уборке олив (маслин) и окупить с лихвой все затраты на проведение этой научной работы.

Первым дефолиантом в России, взятым для исследования по ослаблению связи плодоножки с плодом и ветвью, было физиологически активное вещество этрел, который выполнял и побочную роль – дефолиацию (удаление) листьев в зоне расположения урожая облепихи.

В 70-х годах появилось несколько сообщений о применении безвредного для людей препарата этрела в указанных выше целях [85].

Исследования с этрелом [72] показали его высокую эффективность по подготовке некоторых плодово-ягодных растений к механизированной уборке. Так, на третий день после опрыскивания плантаций черной смородины раствором этрела (250 мг/л) прочность прикрепления ягод снижалась со 157 до 33 граммов.

Авторы ставили цель установить действие этрела на облепиховые растения.

Опыты Новосибирской плодово-ягодной опытной станции проведены на сорте облепихи Дар Катуня при опрыскивании деревьев (кустов) облепихи раствором этрела в концентрациях 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 и 10 граммов/литр при средней температуре наружного воздуха 12,8°C в период биологической зрелости плодов.

Перед опрыскиванием раствором этрела дерево опрыскивалось водой до полного смачивания листовой поверхности и плодов.

Опыты показали, что опрыскивание раствором этрела заметно снижает прочность прикрепления листьев и он может быть рекомендован для их удаления с дерева при концентрации до 4 граммов на 1 литр.

Однако, изучение влияния раствора этрела на прочность прикрепления плодов облепихи и на прочность их раздавливанию показало, что эффективность этого препарата на облепихе

намного ниже, чем на других ягодных культурах. На облепихе оно практически отсутствует, так как снижение прочности связи плодов до 165 против 179 граммов на контроле нельзя считать значительным. Таким образом, этрел оказался малоэффективным средством для ослабления связи плодоножки с плодами облепихи и ветвями.

Наиболее значительной работой по изучению действия дефолиантов на ослабление прочности связи плодоножки с ветвью и плодом, а также на дефолиацию листьев, является исследование докт. с.-х. наук В.И. Деменко [45-51].

Работа имеет важное научное и практическое значение, широко апробирована в различных регионах бывш. СССР (Сибирь, Херсонская область, Марийская АССР и др.).

С теоретической точки зрения, как отмечает В.И. Деменко, опадение органов или тканей представляет собой интегральное выражение старения и своеобразной адаптации растений к неблагоприятным условиям. При нормальных условиях опадение приурочено к определенному периоду роста и развития и всегда происходит в строго локализованном месте.

Сложность и недостаточная изученность процесса опадения не позволяет регулировать его у плодово-ягодных растений. При этом необходимо решать порой прямо противоположные задачи: в одних случаях надо предотвратить опадение плодов и листьев (предотвратить предуборочное опадение), в других – ускорить опадение за счет ослабления связи плода и листьев с деревом. До настоящего времени еще полностью не изучены приемы воздействия препарата на растения с целью получения желаемого результата.

Регуляторный механизм процесса опадения чувствителен к внешним воздействиям и чрезвычайно пластичен. Это обуславливает многообразие его форм.

Однако у ряда растений, в том числе у облепихи, в процессе эволюции механизмы нарушения связи плодов с ветвями не выработались. По этим же причинам не отделяются листья томатов, табака, свеклы, хлопчатника, созревшие плоды оливок, шиповника, калины, аронии черноплодной, что затрудняет их сбор, особенно механизированный.

Пока эти проблемы не удастся решить только селекционными методами.

Использование некоторых дефолиантов позволило получить ряд практических результатов по ускорению созревания плодов на некоторых культурах.

Но до сих пор проблема дефолиации хлопчатника не решена, не удалось инициировать опадение созревших плодов облепихи, шиповника и др.

В процессе работы с облепихой В.И. Деменко проверяла 50 сортов и форм различных эколого-географических популяций: Алтайские, Калининградские, Финские и др. Использовались самые различные дефолианты (физиологически-активные вещества) как в чистом виде, так и в сочетании различных дефолиантов. Для съема плодов применяли вибрационную машину с виброударными рабочими органами.

В результате многолетней работы В.И. Деменко, с коллегами, применительно к облепихе, решили крупную научную проблему по ослаблению прочности связи плодов с ветвями, почти полностью раскрыли механизм опадения плодов и листьев при использовании дефолиантов и наметили пути решения механизированной уборки плодов облепихи.

Важнейшим итогом работы В.И. Деменко являются практические рекомендации по подготовке плодоносящих растений облепихи к механизированному сбору.

Суть практических рекомендаций сводится к следующему:

- Обработка растений облепихи (сорта Перчик, Масличная, Великан) за 12 дней до созревания смесью кампозана, 3,3 г/л + БС, 0,5 г/л. Оба соединения безвредны для здоровья людей.

Предложенный способ механизированной уборки облепихи, при колебании дерева за штамп виброударным механизмом, обеспечивает съем плодов до 70% и более на указанных выше сортах облепихи.

Установлено, что обработка указанной смесью не приводит к повреждениям деревьев, плодов и листового аппарата. Способ защищен авторскими свидетельствами и не имеет промышленно используемых отечественных и зарубежных аналогов.

5.2.3. Другие приемы ослабления прочности связи плодоножки с ветвью и плодами

К другим приемам ослабления прочности связи плодоножек облепихи с ветвями и плодами относятся (см. рис. 5.1):

- воздействие электрическим током;
- воздействие тепловой радиацией;
- воздействие ультразвуком.

Достаточно полно в 70-х - 80-х годах прошлого столетия изучено воздействие электрического тока при уборке винограда технических сортов. Для успешного пережигания плодоножек виноградной кисти последняя должна была иметь сравнительно длинную плодоножку (30 мм и более). Осуществление этого способа уборки потребовало создания специальных приборов, оборудования и сложных пультов управления. Если в лабораторных условиях удалось достичь поставленной задачи по пережиганию плодоножки виноградной кисти, то в полевых условиях подобный эксперимент практически не удался и над этим способом, как малоперспективным, малоэффективным и экономически дорогим, работа была прекращена.

Работа по ослаблению связи плодоножек облепихи с ветвями и плодами путем воздействия на систему «плод-плодоножка» электрическим током, в порядке эксперимента, проводилась в двух-трех организациях в лабораторных условиях, но в силу ее малоперспективности была прекращена.

Воздействие тепловой радиацией и ультразвуком на облепихе проводилось лишь в лабораторных условиях, но в силу причин, изложенных выше, эта работа была также прекращена.

В принципе такие работы возможны, интересны и может быть дадут в будущем положительный результат. Однако, на данном уровне развития техники, эти приемы по ослаблению связи плодоножек с ветвью и плодами пока экономически невыгодны.

Таким образом, наиболее простым, надежным и экономически выгодным способом ослабления связи плодоножки с ветвью и плодами в настоящее время является химический способ, осуществляемый опрыскиванием дефолиантами деревьев облепихи за 10-12 дней до уборки плодов.

5.3. Вибрационный способ уборки плодов облепихи

В настоящее время в мировой практике, в том числе в России, существуют два типа машин для механизированной уборки плодов, ягод и винограда.

К первому типу относятся машины позиционного принципа действия, ко второму – машины непрерывного принципа действия. Обычно машины непрерывного принципа действия называют комбайнами (эта терминология уже прижилась во всем мире).

Для уборки плодов облепихи также могут быть использованы (применены) как машины позиционного, так и непрерывного принципа действия.

При создании любых машин, в том числе сельскохозяйственных, задаются определенные технические требования (Техническое задание).

Для создания сельскохозяйственных машин разрабатываются научно-обоснованные агротехнические требования (АТТ), которые являются основополагающим документом для разработчиков машин.

Агротехнические требования (АТТ) на машину для уборки облепихи были разработаны в 1979 г. Всесоюзным научно-исследовательским институтом лекарственных растений (ВИЛР) и научно-исследовательским институтом садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко, утверждены МСХ СССР и ВО «Союзсельхозтехника» в июне 1981 г.

Агротехнические требования на машину для уборки облепихи

В АТТ заданы указанные ниже основные размеры и физико-механические свойства растений и плодов облепихи (в 10-летнем возрасте)

№ пп	Показатели	Величина
1.	Длина плодов, мм	10-14
2.	Ширина плодов (наибольший диаметр), мм	6-10
3.	Масса плодов, г	0,4-1,0
4.	Длина плодоножки, мм	3-10
5.	Диаметр плодоножки, мм	0,3-0,6
6.	Статическое усилие отрыва плодов от ветки, г	не более 250
7.	Усилие раздавливания плода, г/мм ²	17-85
8.	Урожайность, кг	3-10
9.	Высота, м	не более 3
10.	Диаметр проекции кроны, м	не более 3
11.	Количество скелетных ветвей, шт.	не более 3
12.	Диаметр скелетных ветвей в месте их ответвления от ствола, мм	18-75
13.	Диаметр штамба на высоте 20 см, мм	не более 100
14.	Длина плодоносящих веточек, см	не более 70
15.	Угол наклона скелетных ветвей к горизонту, град.	не менее 45
16.	Высота штамба, см	не менее 50

Машина для уборки облепихи должна обеспечивать отделение плодов от ветвей, улавливание отделившихся плодов, очистку их от листьев и других примесей и затаривание в указанных ниже пределах.

1. Полнота съема плодов, %	не менее 80
2. Полнота улавливания отделившихся плодов, %	не менее 90
3. Повреждение плодов, %	не более 25
4. Содержание примесей в товарной продукции, %	не более 3
5. Поломка многолетних плодоносящих ветвей, %	не более 7
6. Поломка приростов, %	не более 10
7. Количество опавших листьев, %	не более 30

8. Повреждение штамба ветвей допускается в пределах, не ухудшающих жизнеспособность кустов, %

а) кольцевые обдиры всего слоя коры до древесины:

штамба	не допускается
скелетных ветвей	5-7

б) обдиры, не превышающие 1/3 окружности:

штамба	4-6
скелетных ветвей	5-8
ветвей высшего порядка	7-10

Производительность машины по АТТ за час чистого времени должна быть не менее 0,03 га (30 деревьев), средний годовой объем выработки – не менее 4,2 га.

Анализ АТТ показывает, что машина предназначалась для уборки облепихи со штамбовых деревьев высотой штамба не менее 50 см. Таких садов в России очень мало [9]. В целом агрофон облепиховых садов не соответствует заданным агротехническим требованиям.

Нисколько не умоляя работу акад. М.А. Лисавенко и сотрудников НИИСС, удостоенных в 1981 Государственной премии СССР, в том числе посмертно М.А.; Лисавенко, за введение облепихи в культуру, разработчики машины для уборки облепихи полагают, что направленность работ по селекции облепихи была несколько однобокой, так как все сорта создавались для любителей-садоводов, оказались непригодными для механизированной уборки.

С начала перестройки, с 1985 г., финансирование работ по селекции облепихи резко сократилось, а после распада СССР, с 1991 г., совсем прекратилось. Если не будет государственной поддержки по селекционным работам по облепихе, то на одних энтузиастах-селекционерах Россия далеко не продвинется в этом важнейшем вопросе.

В 70-х годах прошлого столетия в СССР закладывали в специализированных хозяйствах большие облепиховые сады, вплоть до 500 га, которые себя впоследствии не оправдали по целому ряду причин, в том числе экономическим.

Каковы достоинства и недостатки крупных облепиховых садов и какова оптимальная площадь облепихового сада – полемизируют до настоящего времени.

Одни ученые и производственники склоняются к мнению, что максимальная площадь облепихового сада в одном хозяйстве не должна превышать 100 га, другие оптимальной площадью считают 50 га и т.д.

Наше мнение имеет некоторые добавления. Каждое облепиховое хозяйство с площадью 50-100 га должно иметь цех по переработке облепихи. При этом расстояние от крайней точки сада до цеха не должно превышать 3-5 км. Заметим, что облепиховые сады совхоза «Сибирский» от Бийского витаминного завода, куда совхоз сдает убранный урожай, расположены на расстоянии около 50 км, что совершенно нерентабельно и приводит порой к порче собранного урожая в силу невозможности доставить его на перерабатывающее предприятие (капризы природы, поломка транспортной техники и т.д. и т.п.).

Все точки зрения по данному вопросу перечислить в книге нет возможности. Приведем, в качестве примера, лишь мнения нескольких специалистов.

Б.С. Ермаков пишет [55, 56] ...'»Заложить облепиховый сад большой величины нетрудно... Как убирать урожай? Для этого требуется громадное количество людей. Сбор урожая с 1 га облепихи – это все равно, что сбор яблок с 25 га. Соответственно 500 га облепихи – это более 12 тыс. га яблоневого сада. Яблоневых садов такой величины в мире не существует из-за

невозможности организовать уборку плодов... Сбор урожая облепихи длится не более месяца... Но чтобы за месяц убрать урожай с 500 га облепихового сада на плантации должно ежедневно выходить не менее 20,0 тыс. сборщиков. Надо еще учесть, что облепиха созревает в основном в сентябре, когда в полном разгаре уборка других, не менее важных, сельскохозяйственных культур.»

Развивая эту мысль в других работах Б.С. Ермаков приходит к однозначному выводу, что максимальная площадь облепихового сада в одном хозяйстве должна быть около 100 га.

Во всех высказываниях Б.С. Ермакова несколько смущает одна цифра – ежедневный выход на уборку 500 га облепихи 20,0 тыс. сборщиков. Она не подтверждена двумя важнейшими показателями: урожайностью сада и нормой сбора плодов одним сборщиком.

Другие ученые и производственники дают ежедневный выход сборщиков несколько иной.

Так В.Д. Бартенев и др. для облепиховых садов площадью 500 га определяют ежедневный выход сборщиков на уборку урожая в пределах 6360 человек, опять-таки не показывая ни урожайности сада, ни норму уборки плодов на 1 чел. за 8 ч.

Е.И. Пантелеева и В.В. Мочалов [71, 73] пишут, что производительность труда на сборе плодов сортовой облепихи, в зависимости от квалификации сборщиков, составляет в день от 7,3 до 14 кг. Далее они указывают, что для сбора урожая в 100-120 ц/га, необходимо затратить 667-800 чел.-дней на 1 га. Затем конкретно приведена цифра затрат для уборки урожая в совхозе «Сибирский», имеющего площадь 500 га и предполагаемую урожайность 100 ц/га, которая составила 333,5 тыс. чел.-дней (в пересчете на ежедневный выход сборщиков это составит 11,1 тыс. человек, при условии, что уборка длится 30 дней).

Полагаем, что все указанные выше ежедневные выходы людей на уборку 500 га облепихи несколько завышены, так как в совхозе «Сибирский» никогда не была урожайность 100 ц/га. В годы, когда сотрудники ВИСХОМа присутствовали в совхозе в период уборки урожая (1977, 1978, 1979 и 1980 г.г.) была в пределах 30-40 ц/га.

Имея площадь сада, урожайность и нормы уборки плодов вручную, можно получить количество сборщиков, ежедневно выходящих на уборку плодов облепихи.

На основании изложенного можно сделать однозначный вывод, что механизированный сбор плодов облепихи, при существующих культурных плантациях облепихи, является крайне сложной задачей, ибо в настоящее время практически нет сортов, пригодных к механизированной уборке.

Несмотря на это, многие организации бывш. СССР, а затем России, почти 25 лет пытаются решить эту проблему. Достигнуты определенные, частные успехи, решены отдельные локальные задачи.

Ниже приведены основные этапы работы инженеров по созданию технических средств для механизации уборки плодов облепихи.

5.3.1. Машины и приспособления позиционного принципа действия

Процесс создания техники для уборки плодов облепихи шел по принципу «от простого к сложному». При этом проведена предварительная апробация наиболее подходящих для этих целей существующих электроягодоуборочных машин отечественного и иностранного производства, оснащенных ручными вибраторами для колебания ветвей, плодуборочных машин, а также машины для уборки фундука ФУМ-1, оснащенной специальным гребенчатым многоячейстым и многорядным захватом, способным зажимать одновременно в захватном устройстве от 10 до 20 стволиков диаметром от 40 до 80 мм.

В работе принимали участие ВИСХОМ им. В.П. Горячкина, НИИСС им. М.А. Лисавенко, ВИЛР, Алтайский политехнический институт им. И.И. Ползунова, Азербайджанский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Новосибирская плодово-ягодная станция, НПО «Средазсельхозмаш» и др.

Апробация электроягодоборочной машины ЭЯМ-200-8 и подобной же машины Бэрри-IV производства ФРГ показала, что с их помощью не обеспечивается съём плодов облепихи, особенно с ветвей, на которых плоды расположены в виде початков (плотно).

При этом установлено, что ручной вибратор даёт значительную вибрацию на рукоятке.

С целью исключения данного явления И.М. Брутер, М.В. Познакомкина, В.В. и др. предложили усовершенствованную конструкцию ручного встряхивателя для уборки ягод (Авт. свид. № 835354, БИ № 21, 1981. Приоритет от 19.07.1979), обеспечивающего снижение уровня вибрации на рукоятке. Это достигается тем, что корпус встряхивателя соединен с рукояткой с возможностью их взаимного перемещения посредством двух упругих демпферов, выполненных в виде колец и образующих с корпусом и рукояткой воздушные полости, которые соединены с атмосферой отверстиями в кольцах или соединены друг с другом отверстиями в рукоятке.

Цель изобретения полностью достигнута – снижение уровня вибрации на рукоятке было резко снижено. Однако это не обеспечило увеличение полноты съёма плодов облепихи. В связи с этим, более масштабные испытания электроягодоборочных машин были приостановлены.

Апробация существующих плодуборочных машин позиционного действия, в том числе машины ВУМ-15А для уборки вишни и машины МПУ-1А для уборки плодов с деревьев высотой до 5,0 м, оснащенных штабковыми вибраторами и плодуборочной машины ВСО-25 «Стрела», с оригинальным захватом, способным осуществлять обхват как штамба плодового дерева, так и скелетные ветви, показала, что они малопригодны для уборки плодов облепихи в существующих культурных насаждениях по целому ряду причин.

В частности, плодуборочные машины ВУМ-15А и МПУ-1А, оснащенные штабковыми вибраторами способны работать только в садах со штабковыми деревьями облепихи. Как уже было отмечено выше, таких садов в России не более 10-15%. В настоящее время облепиха, произрастающая в садах, как правило, имеет кустовидную форму. Кроме того, машины ВУМ-15А и особенно МПУ-1А имеют относительно большие габаритные размеры, что зачастую препятствует въезду машин в междурядье облепихового сада. В связи с этим дальнейшие опыты с этими машинами были приостановлены.

Апробация машины ВСО-25 «Стрела» (рис. 5.11), снабженной переносимыми вручную улавливающими устройствами в виде брезентового полотна, натянутого на легкую дюралевую рамку (рис. 5.12), показала, что она имеет значительно большую маневренность по сравнению с машинами ВУМ-15А и МПУ-1А. Ее стрела могла поворачиваться вправо на 90° и влево на 90°, опускаться вниз практически до уровня земли и подниматься вверх на 37°. Вибрирующий шток, на конце которого жестко закреплен захват, мог поворачиваться на 360°, т.е. можно было захватывать дерево как за штамп дерева диаметром от 40 до 140 мм, так и скелетную ветвь, отходящую от штамба дерева под любым углом.

Технологический процесс работы машины ВСО-25 «Стрела» осуществляется следующим образом.

Под обрабатываемое дерево устанавливают улавливающее приспособление: сначала лотки впритык к штамбу, затем щиты. При этом один край щита опирается на два лотка, другой край щита опирается на ножки. Затем трактор с машиной подъезжает к дереву и захватом обхватывается штамп (или скелетная ветвь); тракторист включает вибратор. Плоды за счет колебания дерева осыпаются с него на улавливающее приспособление и скатываются.

После съема всех плодов с дерева тракторист освобождает хват и подъезжает к очередному дереву в другом ряду. Далее рабочие пересыпают плоды из лотков в ящики и переносят улавливающее приспособление к другому дереву в этом же ряду. Чтобы увеличить производительность машины рекомендуется убирать плоды в двух смежных рядах, т.е. одну машину оснащать двумя комплектами улавливающих приспособлений.

Главной трудностью использования машины ВСО-25 «Стрела» явилось улавливание снятых с дерева (куста) плодов. Если у штамбовых деревьев можно было подставить лотки и улавливающие устройства, то у кустовидных форм облепихи оставались большие зазоры в зоне основания куста, что приводило к значительным безвозвратным потерям. Кроме того, в садах, где в междурядьях находились сорняки, особенно высокорослые, установить лотки и улавливающие устройства практически не представлялось возможным при любых формах облепихи.

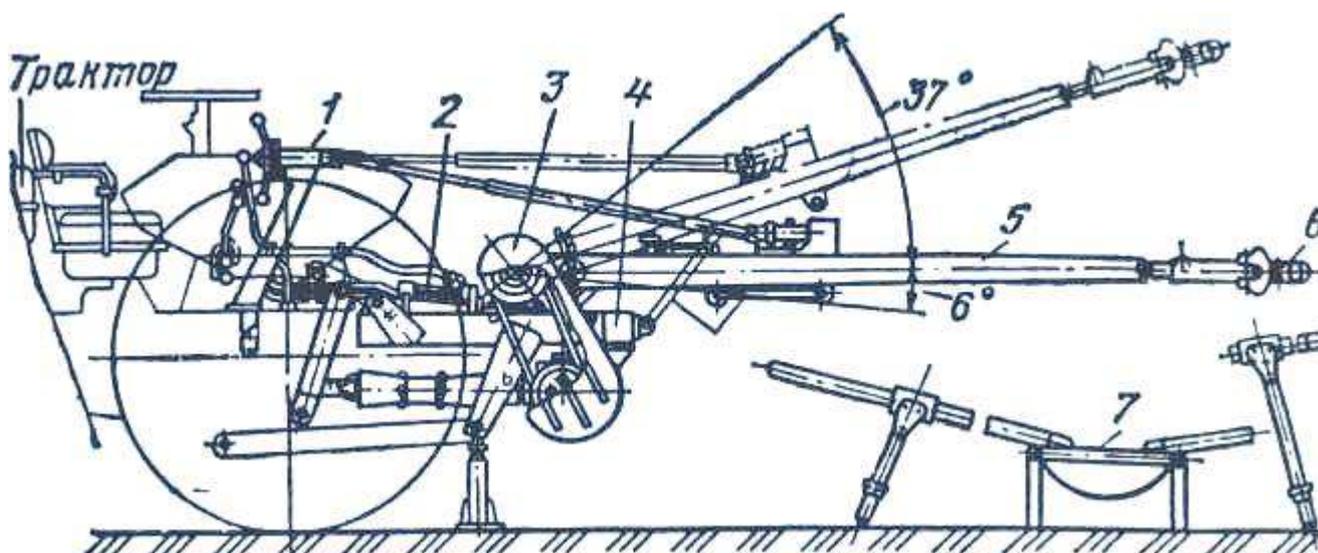


Рис. 5.11. Плодоуборочная машина ВСО-25 «Стрела» с улавливающим приспособлением УП-5; 1 – механизм поворота захвата вокруг своей оси; 2 – механизм подъема и опускания стрелы; 3 – вибратор; 4 – рама вибратора; 5 – стрела; 6 – хват; 7 – улавливающее приспособление

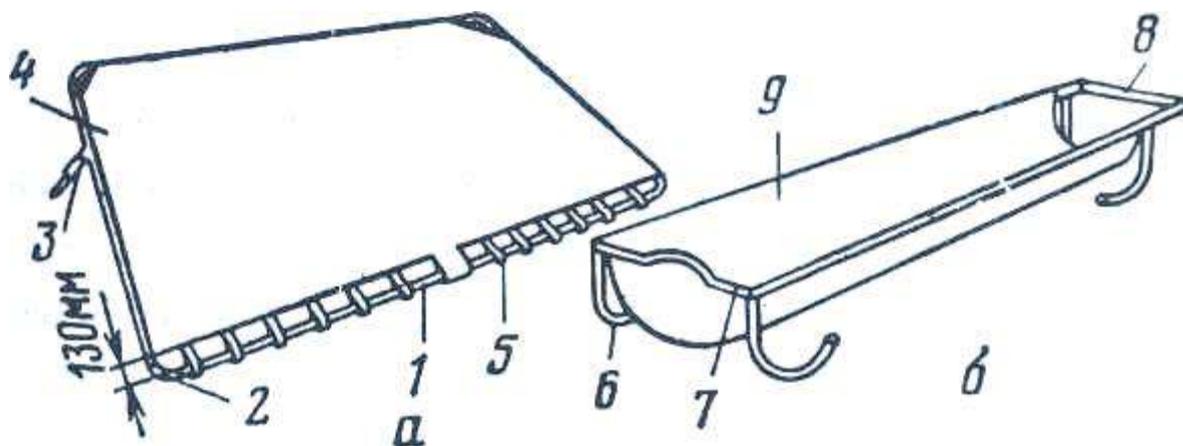


Рис. 5.12, Улавливающее устройство плодуборочной машины ВСО-25 «Стрела»: а – щит; б – лоток; 1 – труба; 2 – специальная переходная труба; 3 – телескопическая ножка; 4 – полотно; 5 – ремень; 6 – ножка; 7, 8 – фигурная и прямая поперечины; 9 – свободно висящее полотно

В чистом виде машину ВСО-25 «Стрела», как и другие апробированные плодуборочные машины, нельзя применять для уборки плодов облепихи.

Наиболее подходящей машиной для уборки плодов облепихи является машина ФУМ-1 для уборки фундука, захват которой способен обхватывать весь многостебельный куст фундука и осуществлять его единовременное колебание.

Первые макетные образцы фундукоуборочной машины были выполнены на базе серийной плодуборочной машины ВСО-25 «Стрела».

Оригинальным узлом машины (авт. свид. СССР № 304908) является трехъячеистый захват, имеющий две шарнирно закрепленные на штанге створки, выполненные в виде гребенки. При этом для улучшения ввода гребенок в куст и более полного захвата отдельных стволиков зубья одной гребенки выполнены входящими с зазором в пазы другой и изогнуты по радиусам, соответствующим их удалению от шарнира крепления гребенок.

Дальнейшим развитием подобных захватных устройств явилось создание многоячеистого захвата (авт. свид. СССР № 333904). В этом захвате значительно лучше распределялись стволики фундукового куста в ячейках, что давало возможность снимать с куста до 87% плодов.

Оба захвата устанавливали на вибрирующий шток машины ВСО-25 «Стрела». Для исключения повреждений стволиков захваты покрывали двумя слоями пористой резины толщиной по 12 мм и сверху брезентом (рис. 5.13).

В связи с недостаточной полнотой съема плодов машиной ВСО-25, с указанными выше ячейстыми устройствами всего фундукового куста и большой массы захвата был создан гребенчатый захват (авт. свид. СССР № 444522) (рис. 5.14).

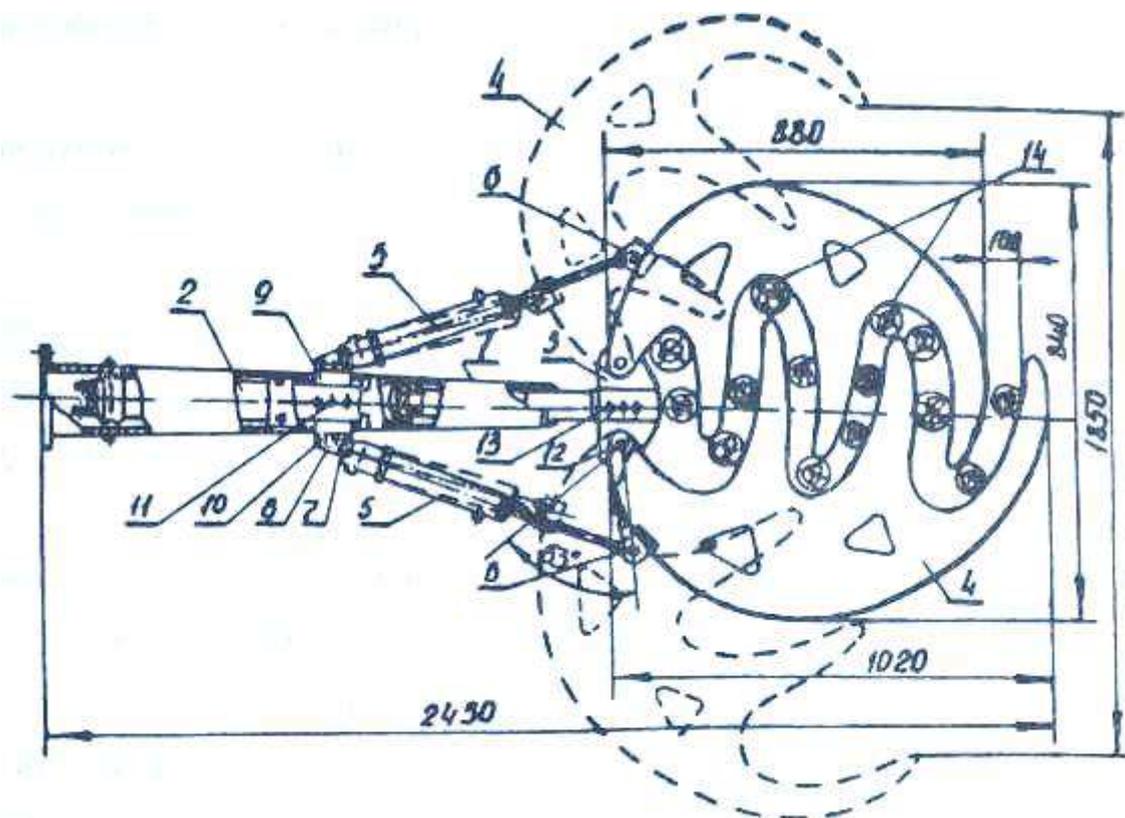


Рис. 5.13. Захват со стрелбй для колёбания кустов фундука: 1 – кожух; 2 – штанга машины ВСО-25 «Стрела»; 3 – наконечник; 4 – гребенкообразные челюсти; 5 – гидроцилиндр; 6, 7, 12 – шарниры; 8 – упор; 9 – планка; 10, 11, 13 – болты; 14 - стволики фундукового куста

На базе указанного выше захвата была создана машина ФУМ-1 для уборки фундука.

Машина ФУМ-1 (рис. 5.15), предназначенная для уборки фундука, кусты которого насчитывают по 10-20 стволиков, может работать в садах со схемой посадки 5x5 м и более. Ее навешивают на трактор МТЗ-80 (МТЗ-82).

Устройство для захвата и колебания многостебельного куста состоит из гребенчатого поворачивающегося захвата и вибратора.

Каждая гребенка представляет собой поворачивающийся вал, к которому приварены полуоси. На каждой полуоси размещен резиновый конический ролик, закрепленный на полуоси специальной разрезной шайбой. По краям гребенки установлены формирователи, способствующие поджатию стволиков фундукового куста, уменьшая его общие поперечные размеры в зоне ввода гребенки в куст.

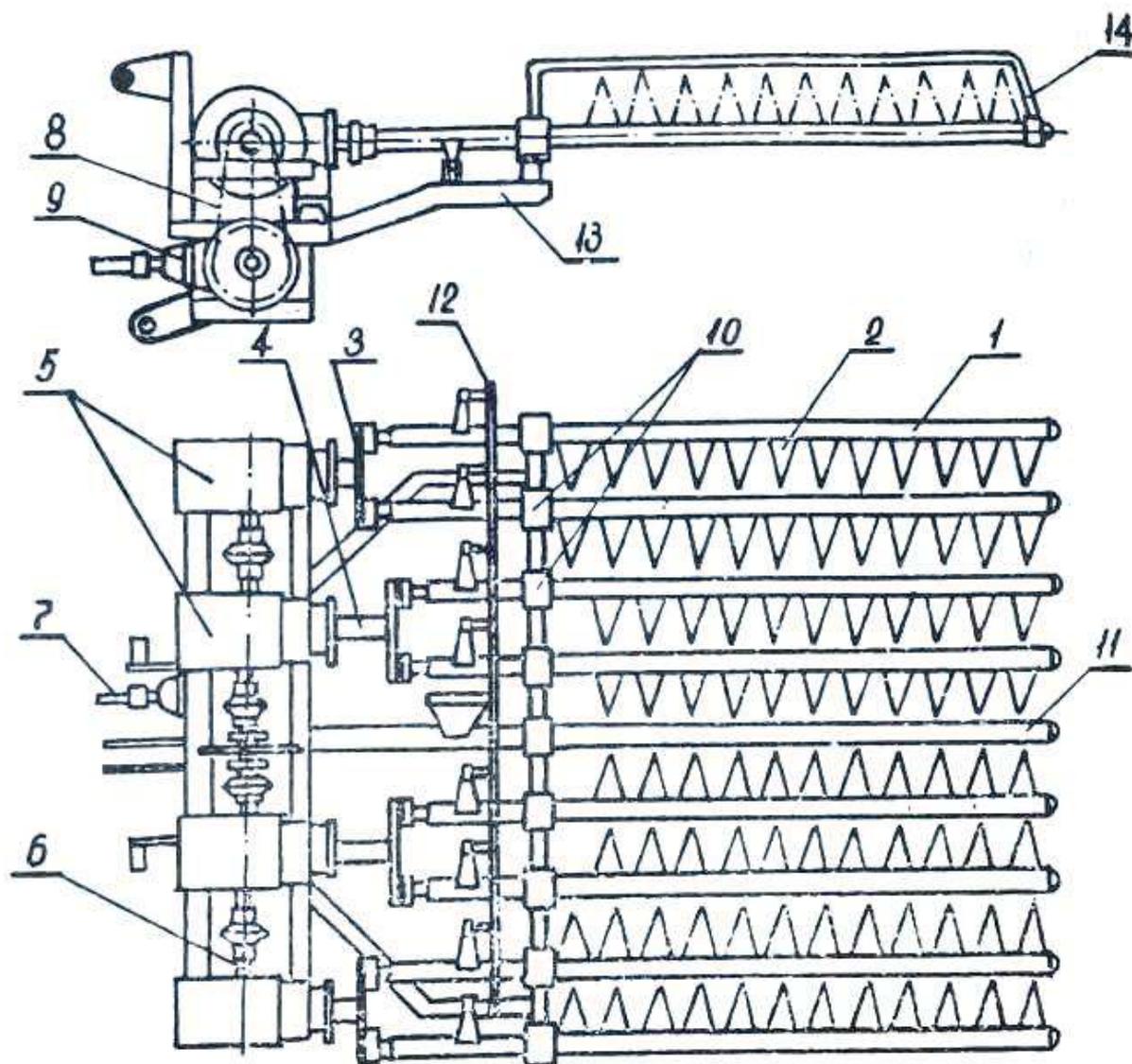


Рис. 5.14. Конструктивная схема четырехсекционного захвата машины для уборки фундука:
1 – колебатель; 2 – гребенка с зубьями; 3 – вилка; 4 – шатун; 5 – эксцентрики вибратора;

6 – вал эксцентрика; 7 – карданный вал; 8 – цепная передача; 9 – редуктор; 10 – подшипники;
11 – делитель; 12 – поворотный механизм; 13 – рама

Вибратор выполнен с двумя эксцентрично установленными грузами, закрепленными на вертикальных валах, напрямую соединенных с валами гидромоторов. Чтобы грузы вращались синхронно, в вибратор введены две шестерни, создающие направленные колебания гребенок, а значит и стволиков куста. Возмущающее усилие можно регулировать за счет добавления (снятия) пластин в грузе.

Улавливатели (их два) выполнены в виде полотен, разматывающихся (наматывающихся) на барабаны, которые установлены над продольной боковой кромкой бункеров. Бункеры закреплены на специальных поворотных стойках. Привод барабанов от гидромоторов.

Технологический процесс, выполняемый фундукоуборочной машиной, заключается в следующем. Агрегат подъезжает к кусту и внедряет в него захват. Затем гребенки, разворачиваясь при помощи гидравлики на 90°, зажимают стволики между коническими роликами. Далее бункера с барабанами и полотнами переводятся из транспортного положения в рабочее. Положение бункеров, перпендикулярное оси трактора, обеспечивается за счет специальных фиксаторов, внедряемых в землю. После этого разматывают полотна улавливателя и включают в работу вибратор, встряхивающий куст в один-два приема. После съема всех плодов с куста тракторист выключает вибратор и поочередно включает приводы барабана, наматывая на них полотна. При этом конец полотна поддерживают один или двое рабочих. Плоды с полотна рабочие ссыпают в бункер машины. При этом из вороха, находящегося на полотнах, рабочие выбирают сухие ветви, листья и другой сор. После сматывания полотен эти же рабочие разворачивают бункера с барабанами в транспортное положение, подбирают плоды, упавшие в районе барабанов, и ссыпают их в бункера. Далее процесс уборки плодов повторяется.

По результатам государственных испытаний на Закавказской МИС в 1982 г., производительность машины в час основного времени достигнута 38 кустов при полноте съема плодов до 98% и улавливании снятых плодов до 92% на разматываемую улавливающую поверхность площадью 49 м².



Рис. 5.15. Общий вид машины ФУМ-1 для уборки фундука

Машина ФУМ-1 поставлена на производство в 1984 г. на заводе НПО «Средазсельхозмаш» (г. Ташкент).

Серийные образцы машины ФУМ-1 апробированы на уборке облепихи в культурных кустовидных плантациях Азербайджана и Узбекистана. Полнота съема плодов не превышала 60%, ибо режимы работы вибратора не позволяли обеспечить необходимые частоту и амплитуду облепиховым кустам, изменить которые применительно к уборке облепихи не составляет особых сложностей. Потери снятых ягод оказались очень большими, особенно в зону основания куста. Таким образом, в настоящее время при уборке плодов облепихи на первый план выдвигается проблема улавливания снятых с дерева плодов. Если плоды других культур, в том числе фундука, можно подобрать с земли, в том числе из зоны основания куста, то плоды облепихи, упавшие в зону основания куста и на землю, в том числе в траву, приходится относить к безвозвратным потерям. Решать эту проблему необходимо совместными усилиями селекционеров, агротехников и инженеров.

Первыми устройствами позиционного принципа действия для механизированной (вибрационной) уборки плодов облепихи явились встряхиватели скелетных ветвей облепиховых деревьев (стволовиков облепихового куста), на обрастающих веточках которых (в основном на двухлетних приростах) располагается урожай плодов, т.е. на сравнительно тонких ветвях.

Во второй половине 70-х годов XX века ВИСХОМ разработал, изготовил и испытал два типа встряхивателей скелетных ветвей [23, 24, 26]; дебалансные и кривошипно-шатунные (рис. 5.16).

Устройство первого типа, дебалансный встряхиватель (рис. 5.16 а, 5.17), было изготовлено в пяти модификациях, различие которых заключалось в массе дебалансов (неуравновешенных грузов), что позволяло колебать ветви диаметром от 40 до 100 мм.

Устройство второго кривошипно-шатунного типа (рис. 5.16 б; 5.18) имело возможность изменять амплитуду колебаний в пределах: 15, 20 и 25 мм.

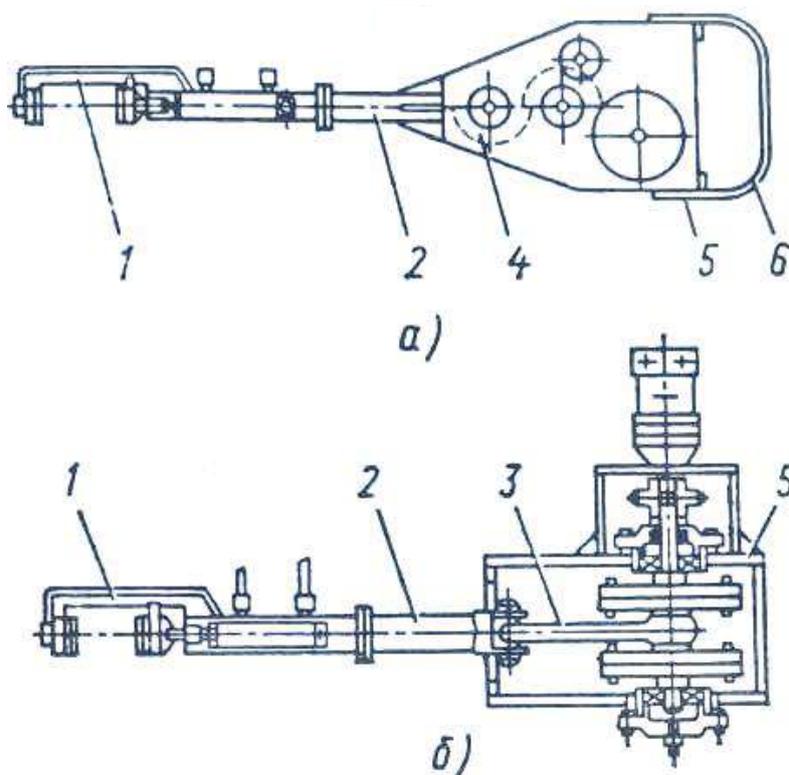


Рис. 5.16. Принципиальная схема инерционных вибраторов для колебания ветвей:
 а – вибратор с двумя неуравновешенными грузами; б – вибратор кривошипно-шатунного типа;
 1 – захват; 2 – стрела; 3 – кривошипношатунный механизм; 4 – неуравновешенный груз;
 5 – корпус вибратора; 6 – рукоятка для управления устройством при захвате ветви

Полевые испытания устройств в течение двух лет проведены на культурных плантациях в экспериментальном плодпитомническом хозяйстве по облепихе (ЭППХО), в Предгорной зоне Северной Осетии в дикорастущих зарослях облепихи.

В качестве улавливающего устройства при проведении всех опытов использовалась прочная полиэтиленовая пленка.

Кроме того, ВИСХОМ разработал специальную полностью гидрофицированную вибрирующую головку, которая была названа дебалансным встряхивателем. Он мог иметь частоту колебаний от 1328 циклов/минуту (22,14 Гц) до 2664,5 циклов/минуту (44,4 Гц), обеспечивать амплитуду колебаний в месте захвата ветви до 10 мм, при двух дебалансах (неуравновешенных груза) массой 2, 3, 4, 5 и 7,5 кг каждого дебаланса. Лучшим встряхивателем явился образец, имеющий два дебаланса массой по 5 кг каждый. Масса головки вибратора в сборе составляла до 30 кг. Для его подвода к дереву была предусмотрена специальная легкая трубчатая штанга, Кроме того его можно было подводить, при необходимости, к дереву вручную двумя рабочими.

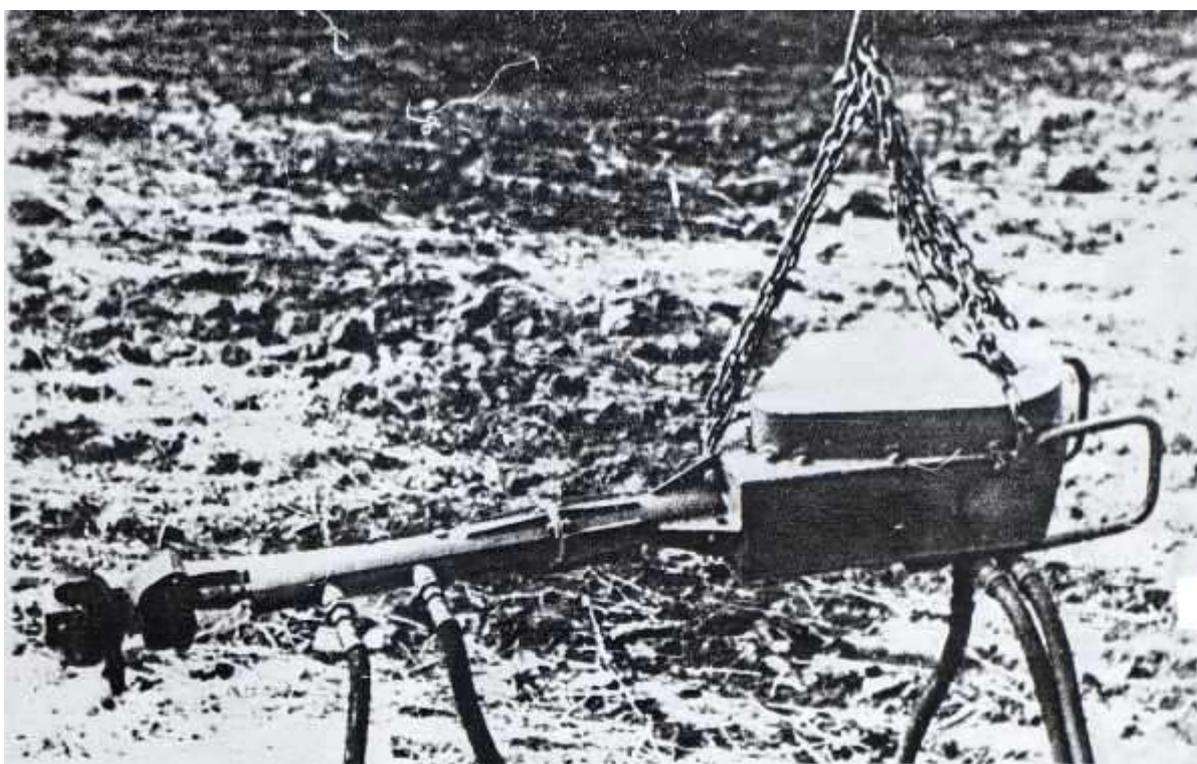


Рис. 5.17. Общий вид дебалансного встряхивателя скелетных ветвей облепихи конструкции ВИСХОМ (Разработчики: В.Н. Милованова, Д.А. Самолетов)

Дебалансный встряхиватель был выполнен в двух вариантах:

- вариант 1 – дебалансы расположены перпендикулярно плоскости оси захвата (рис. 5.19).
- вариант 2 – дебалансы расположены параллельно плоскости оси захвата (рис. 5.20).

При исследовании всех типов вибрационных встряхивателей оказалось, что при захвате скелетной ветви вблизи расположения урожая полнота съема плодов составляла 50% (при початковом расположении плодов), 60% - при полуразрезанном расположении плодов и 70% - при разрезанном расположении плодов. При этом время колебания ветви у каждого захвата составляло от 20 до 50 сек. – оно зависело от расположения плодов на ветви. Чем плотнее плоды расположены на ветви, тем больше время колебания.

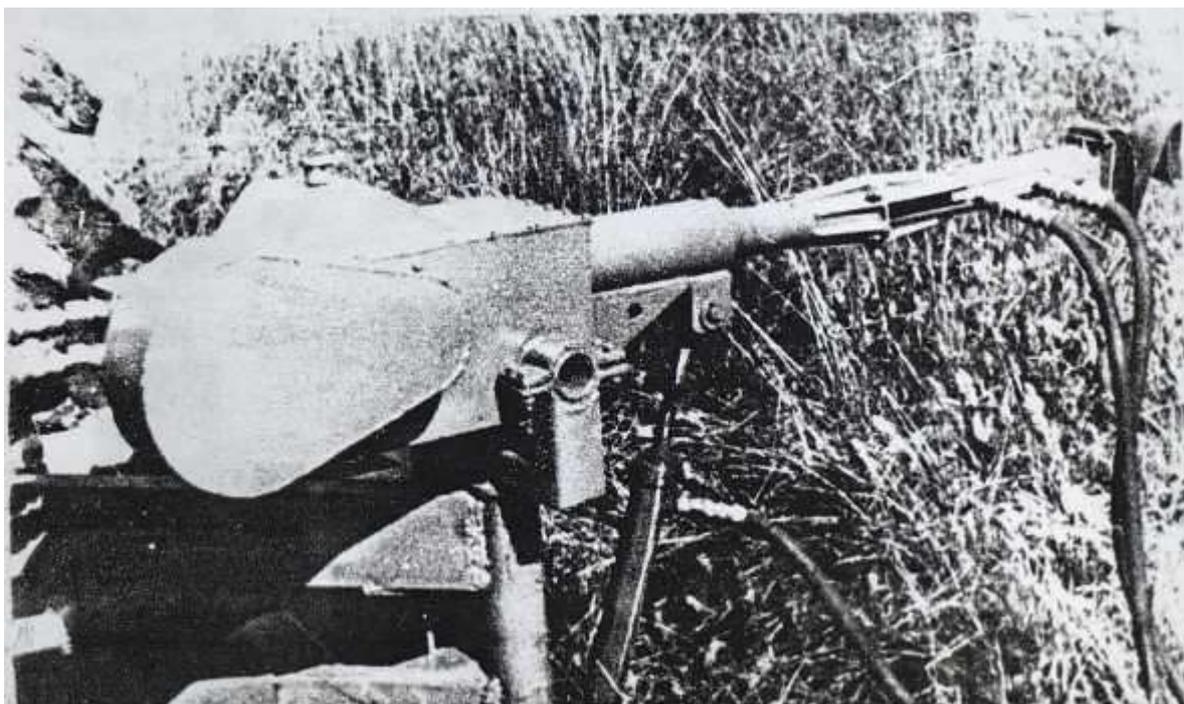


Рис. 5.18. Общий вид встряхивателя скелетных ветвей облепихи кривошипно-шатунного типа конструкции ВИСХОМ (Разработчики: В.Н. Милованова, Д.А. Самолетов)

В Северной Осетии проведены опыты съема плодов при наступлении ночных заморозков (до минус 8°C) и оттепели днем до плюс 6°C.

Проведенные исследования и испытания дебалансных встряхивателей и встряхивателей кривошипно-шатунного типа позволили еще раз подтвердить принципиальную возможность их использования для съема плодов облепихи.

Особенно убедительные результаты получены при съеме плодов со штамбовых дикорастущих деревьев в Северной Осетии. На дикорастущих деревьях высотой от 3,0 до 5,2 м съем плодов в благоприятных условиях достигал 98%, независимо от расположения плодов на ветвях (плотное, разреженное). При этом на всех деревьях, подвергнутых испытаниям, был сухой отрыв плодов, хотя сорта были разные (правда их установить не представилось возможным - никто с уверенностью не может сказать, что сорта находятся в дикорастущих зарослях).

Наиболее перспективным дебалансным встряхивателем оказался встряхиватель, работающий с частотой 40 Гц и амплитудой колебаний до 15 мм, с двумя дебалансами (неуравновешенными грузами) массой по 5 кг каждый и расположенными перпендикулярно плоскости захвата.

Оптимальными режимами встряхивателя кривошипношатунного типа являются: частота - до 30 Гц, амплитуда - до 25 мм. Этот встряхиватель оказался наиболее надежным из-за наличия в его составе меньшего количества гидравлических элементов.

Р.А. Ким, В.И. Земляков и В.Д. Бартенев в работе [59] описывают вибратор для колебания скелетных ветвей.

При колебании скелетных ветвей облепихи с частотой 24 Гц и амплитудой 20 мм снималось от 70 до 90% плодов при времени колебаний от 5 до 10 с. В качестве улавливателя применялось устройство, состоящее из легкого металлического каркаса с полиэтиленовой пленкой.

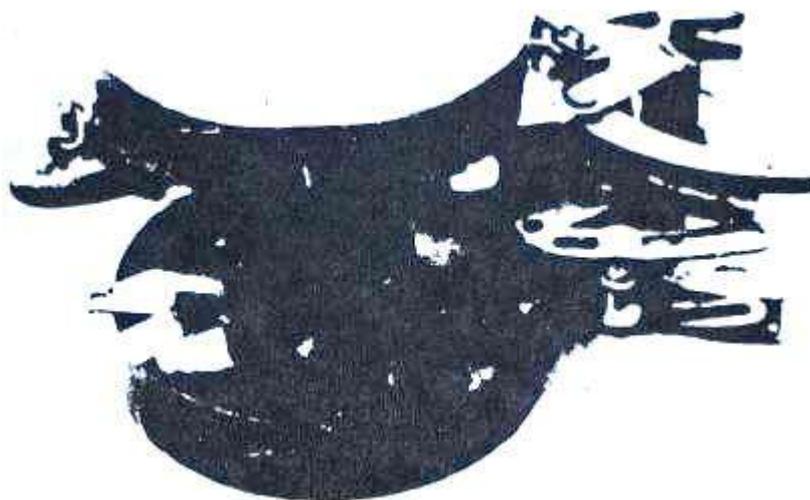


Рис. 5.19. Дебалансный встряхиватель с дебалансами, расположенными перпендикулярно плоскости захвата

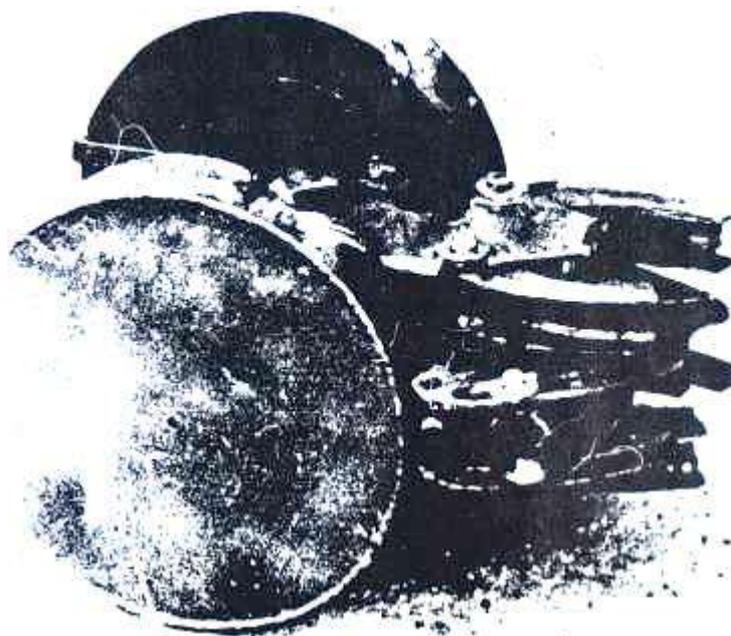


Рис. 5.20. Дебалансный встряхиватель с дебалансами, расположенными параллельно плоскости захвата

Вибратор с хватным устройством защищен авт. свид. 676222, БИ № 28, 1979. Приоритет от 11.04.1977 – авторы Земляков, В.Я. Овчинников и С.Н. Федоров. Он обеспечивает минимальные повреждения ветвей при взаимодействии вилки вибратора с ветвями за счет изменения крепления вилки.

Вилка (рис. 5.21) соединена с кронштейнами своей средней частью, а кронштейны прикреплены к корпусу шарнирно, причем расстояние между шарнирами крепления кронштейнов к вилке меньше расстояния между шарнирами крепления кронштейнов к корпусу вибратора.

Вибратор работает следующим образом.

От привода вибратора 4 приводится в колебательное движение пальчатая вилка 3. Кронштейны 2, соединяющие вилку 3 с корпусом вибратора 1, обеспечивает максимальную

амплитуду колебаний основанию вилки 3 при практически неподвижных концах пальцев, что позволяет уменьшить повреждения ветвей. Одновременно увеличивается долговечность вилки при работе.

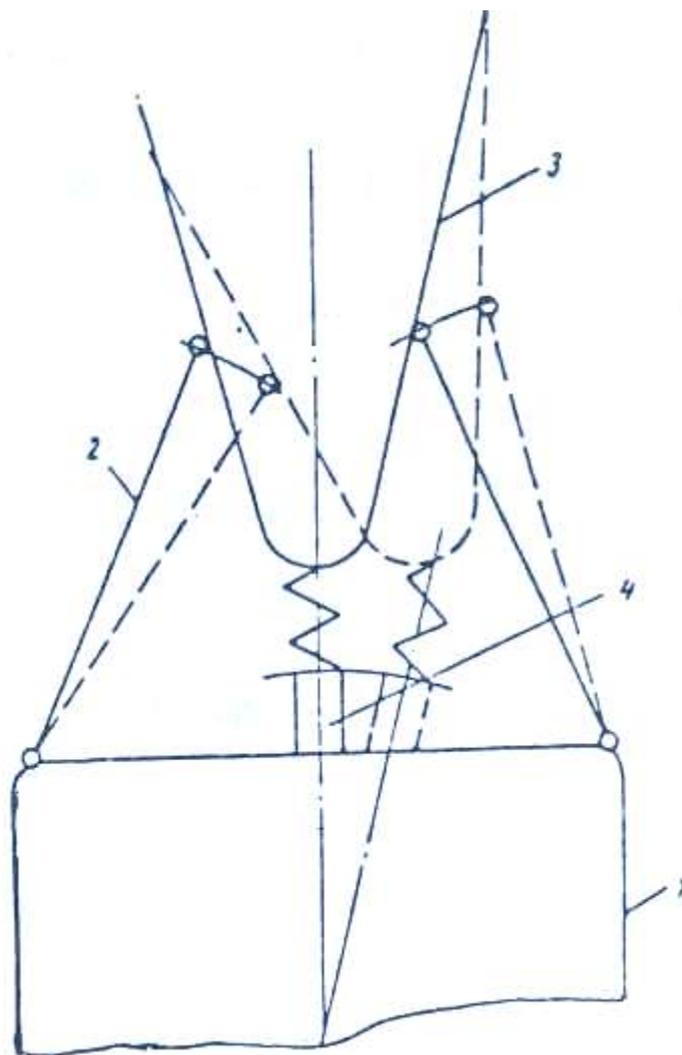


Рис. 5.34. Вилка вибратора

В.И. Земляков предложил дебалансный встряхиватель с самозажимным захватом (авт. свид. № 1020056), отличительным признаком которого является установка зубчатых колес с неравновешенными массами на осях шарнирного четырехзвенника с их последовательным соединением в зацеплении. Механизм сравнительно сложный.

Для уборки плодов облепихи НИИСС предложил оригинальный захват, работающий по принципу виброударного воздействия на штаб. На его базе была создана Машина для уборки облепихи МОУ-1, успешно прошедшая государственные испытания в 1985 г, на Алтайской МИС, по результатам которых машина рекомендована в производство.

Созданию машины МОУ-1 предшествовали теоретические исследования виброударного рабочего органа, выполненные сотрудником НИИСС А.В. Вишняковым (аспирантом ВИСХОМа).

Была высказана гипотеза, что плоды облепихи можно снимать при воздействии ударных импульсов в месте захвата дерева за штаб [30, 40].

Статической усилие отрыва плода $F_{отр} = kz_{отр}$, где k – коэффициент упругости плодоножки; $z_{отр}$ – смещение центра плода относительно положения равновесия.

Уравнений движения плода массой m при заданном движении ветви $z'(t)$, без учета диссипативных сил можно записать так:

$$mz = k[z'(t) - z]$$

При начальных условиях решение этого уравнения будет иметь

вид:

$$Z(t) = \sqrt{k/m} \int_0^t Z'(t-u) \times \sin(\sqrt{k/m}u) du,$$

где u - текущее время, с.

Следовательно, сила действующая на плодоножку со стороны ветви,

$$F(t) = k[Z'(t) - Z(t)] = k \left[Z'(t) - \sqrt{k/m} \int_0^t Z'(t-u) \sin(\sqrt{k/m}u) \right] \times du.$$

Если в какой-нибудь момент времени t выполняется условие $F(t) > F_{\text{отр}}$, то происходит отрыв плодов.

Для передачи колебаний на штабб дерева применили рабочий орган виброударного действия, на маховике 1 которого закреплены кулачки 2 (рис. 5.22).

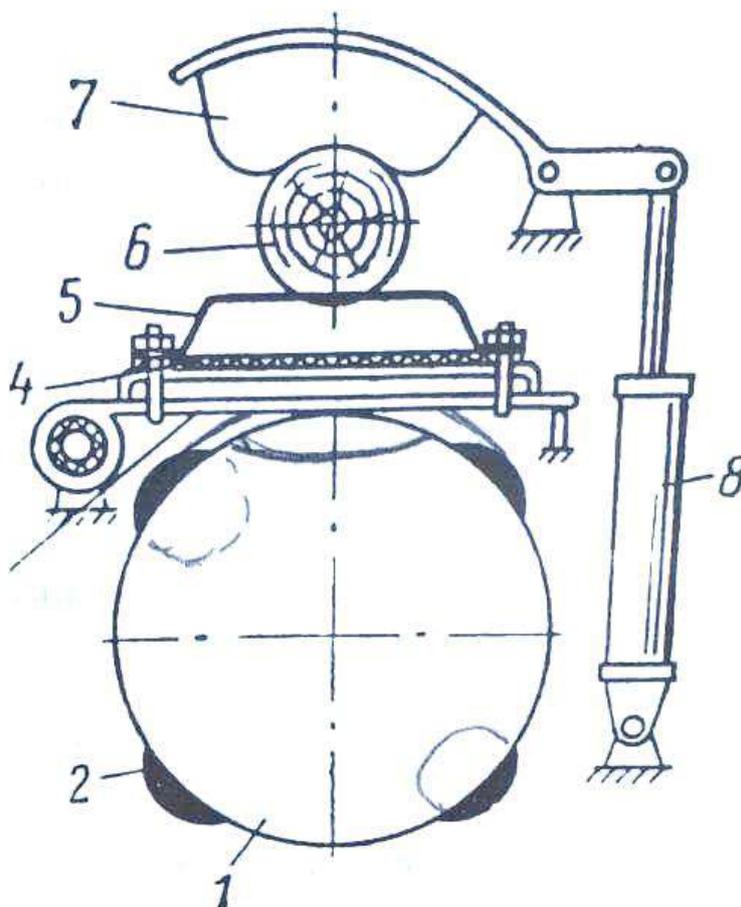


Рис. 5.22. Схема рабочего органа виброударного действия:

При вращении маховика последние взаимодействуют с пластиной 3 незначительное время (частота вращения маховика 1000 мин^{-1}), т.е. кулачок ударяет по пластине. Ударный импульс от пластины 3 через дополнительную пластину 4 и упорную подушку 5, предохраняющую штамп 6 от повреждения, передается последнему.

Для быстрого возвращения штампа в первоначальное положение предусмотрена пневматическая камера 7, поджимаемая гидроцилиндром 8.

При исследовании процесса передачи ударного импульса от штампа дерева на ветви приняли, что ствол представляет собой тугую натянутую струну с тремя сосредоточенными массами: m_1 – основания ствола, m_2 – середины, m_3 – верхней части ствола. В результате воздействия вибратора на высоте α , равной $1/4$ высоты ствола, масса m_1 отклоняется на расстояние x_1 от положения равновесия. Это отклонение передается массам m_2 и m_3 . Последняя передает ударный импульс на ветви первого, второго и следующих порядков, а затем и на плодоножки, в результате чего плоды отрываются. По данной модели при заданном режиме работы вибратора (величине выступа кулачков и частоте вращения маховичка) можно рассчитать силу, действующую на плодоножку, и, следовательно, определить усилие отрыва плодов. За входной сигнал примем горизонтальное смещение ствола в месте ударных воздействий.

Построим зависимость смещения ствола дерева (входной сигнал) $x_1(t)$ от величины l выступа кулачков и частоты ω вращения маховика. Пусть в начальный момент кулачок начинает воздействовать на пластину, передающую данное воздействие на ствол дерева (рис. 5.23). Затем по мере поворота маховика пластина смещается на величину $x_1(t)$, которая каждый момент времени однозначно определяется углом φ . При угле φ_0 пластина отходит от кулачка и далее движется по инерции, пока сила упругости ствола не вернет ее в положение равновесия (силу упругости пневматической подушки временно не учитываем).

Смещение пластины равно l – величине выступа кулачка. Горизонтальное смещение ствола в результате ударного воздействия кулачка

$$x_1(t) = \left[\sqrt{2r_k l - l^2} (l + r) \right] / \left[l \sin(\varphi_0 - \omega t + \sqrt{2r_k l - l^2} \cos(\varphi_0 - \omega t)) \right] - r,$$

где r_k – радиус кулачка и r – радиус маховика – постоянные величины для данного вибратора ($r_k = 30 \text{ мм}$, $r = 200 \text{ мм}$).

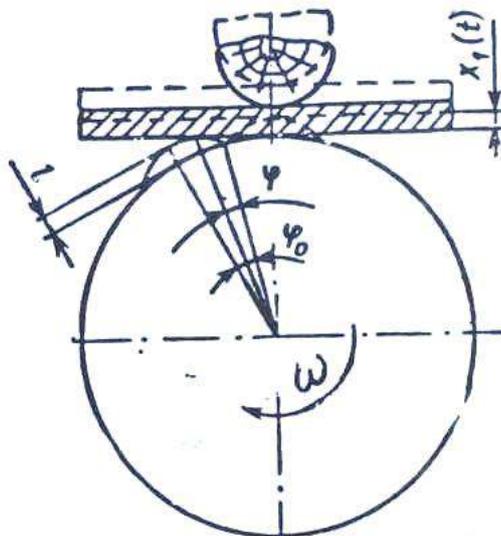


Рис. 5.23. Схема взаимодействия кулачка маховика с пластиной

Скорость движения пластины и, следовательно, ствола, в момент отрыва кулачка (для этого продифференцируем приведенное выражение по времени и подставим $t=\varphi_0/\omega$)

$$v = x_1(\varphi_0 l \omega) = [l \omega (l + r)] / \sqrt{2r_k l - l^2}.$$

Расчет показал, что для получения необходимой для отрыва плода силы, равной 2,5 Н, скорость ветви должна быть 4,6 м/с, ускорение – около 44 g. Построенный по результатам теоретических исследований рабочий орган виброударного действия установлен на облепихоуборочную машину, которая прошла приемочные испытания и рекомендована к производству. Она обеспечивает съем более 85% плодов.

Краткое описание машины изложено ниже.

Машина МОУ-1 для уборки облепихи (рис. 5.24) предназначена для уборки плодов облепихи методом вибрации с одноштабных деревьев в насаждениях с шириной междурядий 5 м и более и расстоянием между растениями в ряду 2...2,5 м [80].

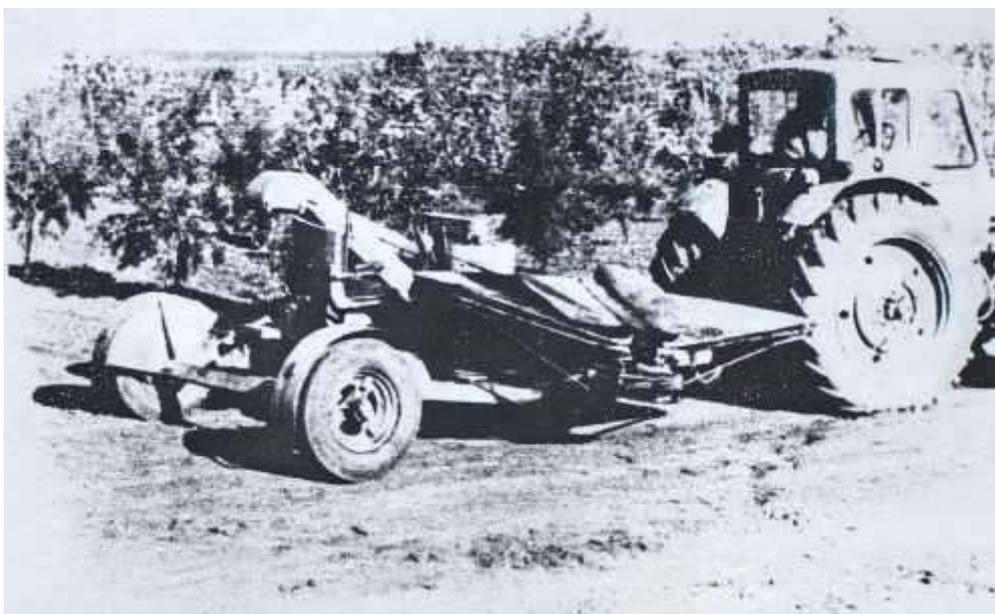


Рис. 5.24. Общий вид машины МОУ-1 для уборки облепихи со штабных деревьев

Машина прицепная, может агрегатироваться с тракторами МТЗ-80 или МТЗ-82, привод рабочих органов осуществляется от ВОМ трактора.

Технологический процесс работы машины МОУ-1 заключается в следующем. Агрегат заезжает в междурядье и останавливается у дерева таким образом, чтобы встряхивающая пластина вибровозбудителя оказалась напротив штамба. Затем закрепляют тару (полиэтиленовый мешок) под выгрузным транспортером; опускают раму машины до тех пор, чтобы захватное устройство расположилось на необходимой высоте для удобного зажима штамба дерева, выдвигают вибровозбудитель до соприкосновения подушки встряхивающей пластины со штамбом дерева; зажимают захватом штаб и одновременно раскрывают улавливатель; включают ВОМ трактора, а значит и вибровозбудитель, маховик которого раскручивается до необходимой частоты и бьет роликами (их четыре) по внутренней стороне пластины, что обеспечивает через подушку пластины передачу ударных импульсов на штаб, а это приводит к колебаниям дерева и, как следствие, к отрыву плодов. Снятые с дерева плоды падают на улавливатель, скатываются на транспортер, которым подаются в сепаратор, где происходит их очистка от примесей и поступают на выгрузной транспортер, перемещающий их в полиэтиленовый мешок. Наполненный плодами мешок снимается,

оставляется в междурядье, а на его место крепится порожний мешок. По окончании работы мешки с плодами грузят в транспортное средство и отвозят на перерабатывающее предприятие.

Операции отъезда агрегата от дерева повторяются в обратной последовательности, агрегат подъезжает к очередному дереву и уборка продолжается.

Обслуживают машину МОУ-1 три человека (тракторист, оператор, рабочий), производительность ее зависит от типа насаждений – одно дерево обрабатывают за 52-90 с., полнота сбора плодов, убираемых в стадии технической зрелости, составляет 88,1...91,5%, полнота улавливания снятых плодов находится в пределах 95,2...97,4, целые плоды при этом составляют около 92%, содержание примесей в очищенных плодах составляет 0,37...0,42%, повреждений деревьев в месте обхвата, скелетных ветвей и однолетних приростов не наблюдается. Качественные показатели работы машины, указанные здесь, получены при уборке облепихи алтайского сорта Чуйская, имеющая разреженное расположение плодов на ветвях.

Масса машины 1430 кг. Габаритные размеры, мм (соответственно в рабочем и транспортном положении: длина – 4800 и 5420; ширина – 2600 и 4600; высота – 1690 и 1420. Использование машины повышает производительность труда, по сравнению с ручной уборкой пружинными крючками, не менее чем в 5 раз, снижает затраты труда на 80%.

Широкое внедрение машины сдерживается отсутствием достаточного количества штамбовых сортов облепихи. Заключение Алтайской МИС дословно звучит следующим образом: «Машина МОУ-1 найдет широкое применение на культурных сортах облепихи, подготовленных под машинную уборку (формировка штамба дерева)».

Сотрудники Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства В.С. Масагутов и М.Я. Бикбау предложили оригинальную машину для сбора плодов и семян, схема которой показана на рис. 5.25 (Авт. свид. № 697085, БИ № 42, 1979. Приоритет от 17.02.1978).

Авторы предполагают, что данная машина имеет большую производительность.

Машина включает в себя подвижную платформу 12 с установленным на ней устройством для создания пульсирующего воздушного потока, выполненным в виде импульсной камеры 9, генерирующей ударно-взрывные волны. Нагнетательный воздухопровод 6 снабжен телескопическим соплом 5 и пневмоцилиндром 7. Улавливатель плодов выполнен в виде поворотной стойки 3, установленной на платформе 12 с подвижной в вертикальной плоскости рамой 4, к которой закреплено сетчатое полотно 2, ограниченное сверху каркасом 1, снизу – каркасом 14. Импульсная камера имеет камеру смешения газа и воздуха, запальную камеру, воздушный компрессор 10, теплозащитный щиток, свечу зажигания 8, подсоединенную к блоку зажигания 11 и трубопровод для подачи воздуха.

Машина работает следующим образом. Улавливатель устанавливают за деревом таким образом, чтобы его полотно 2 охватило площадь, намеченную для сбора плодов. Импульсная камера генерирует ударно-взрывные волны в выбранном направлении. При необходимости съема (сбивания) плодов с дальних ветвей телескопическое сопло 5 удлиняется с помощью пневмоцилиндра 7.

Плоды и семена, снятые с дерева, поступают в нижнюю часть полотна. Их выгрузка осуществляется путем поднимания верхней и опускания нижней частей рамы.

Импульсная камера работает так. Газ по трубопроводу и воздух по трубопроводу поступают в камеру смешения и в запасную камеру, где с помощью свечи зажигания смесь поджигается и выбрасывается через телескопическое сопло. Частота выхлопа (ударно-взрывной волны) регулируется блоком зажигания. Шарнирное крепление воздуховода на платформе и

выполнение сопла телескопическим позволяет повысить производительность сбора плодов и семян.

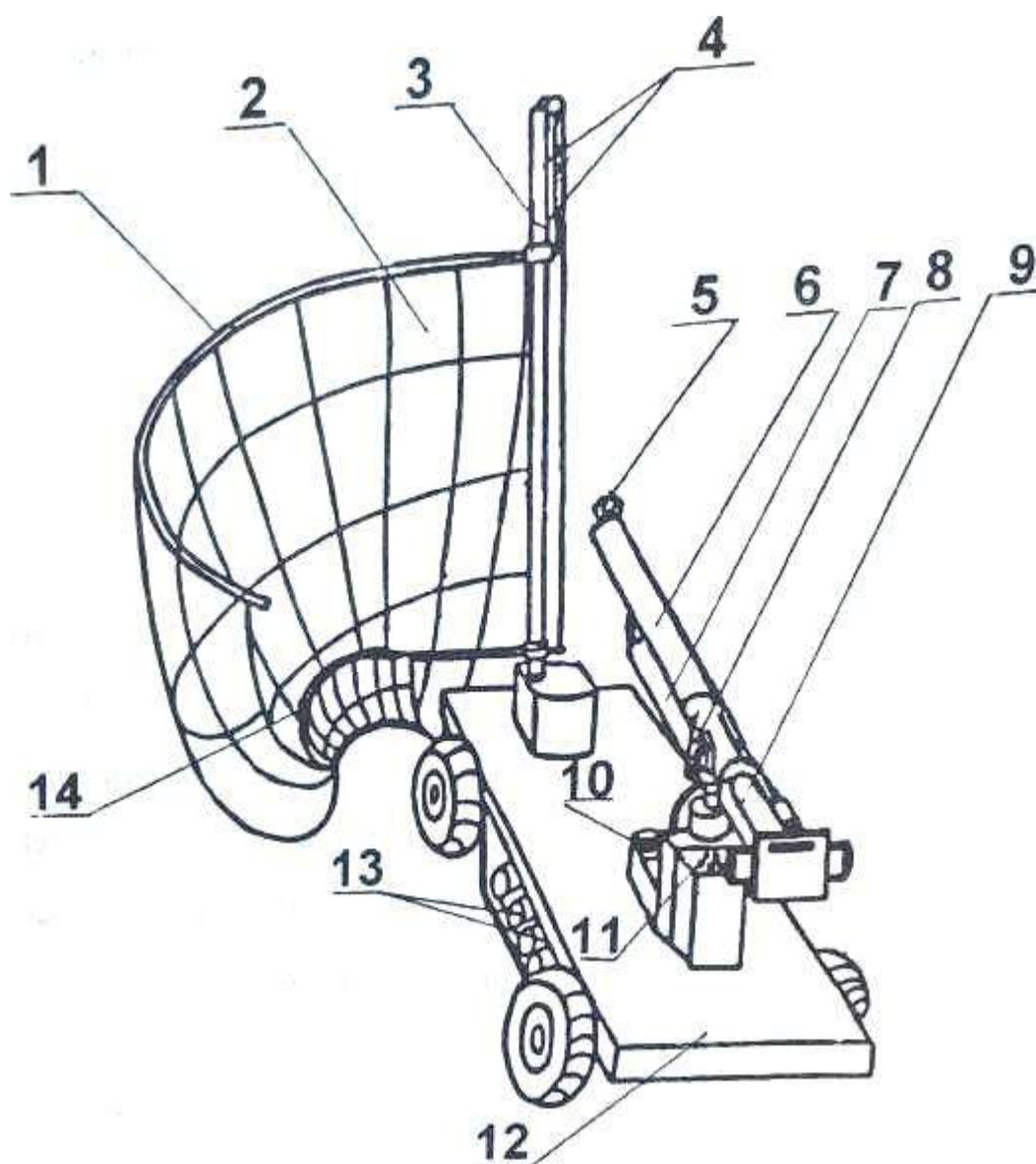


Рис. 5.25. Машина для сбора плодов и семян методом направленной ударно-взрывной волны, создаваемой пульсирующим воздушным потоком

Машина по этому авт. свид. была изготовлена в Ташкенте и испытана в 1978 г. в пойме реки Талас на уборке облепихи, шиповника и др. мелкоплодных культур. Достигнута производительность около 5 кг плодов облепихи в минуту. Расход газа оказался небольшим - одного баллона 13 природного газа емкостью 50 литров было достаточно для обработки 70-80 кустов. Работа машины проводилась в дикорастущих зарослях. Авторы считают, что в культурных насаждениях производительность машины будет еще больше.

5.3.2. Машины непрерывного действия

Как уже было отмечено в предыдущих разделах, принципиальная возможность уборки плодов облепихи с использованием вибрационных машин со штамбовыми вибраторами и с устройствами для колебания скелетных ветвей доказана более 20 лет назад [22]. Все эти машины и приспособления являются техническими средствами позиционного действия.

Максимального повышения производительности труда на сборе плодов облепихи можно достичь при применении машин непрерывного действия.

К настоящему времени однозначно установлено, что в качестве рабочих органов для съема плодов облепихи в машинах непрерывного действия могут быть использованы рабочие органы для колебания плодоносящих ветвей кустов облепихи (для непосредственного воздействия рабочих органов на плодоносящие ветви).

Предложено большое количество таких рабочих органов, в том числе в виде авторских свидетельств на изобретения. Часть из них изготовлена, прошла апробацию в различных условиях произрастания облепиховых садов, в том числе с различным расположением урожая на ветвях (початковое, полуразрезанное, разрезанное). Получены многочисленные данные о возможности уборки плодов облепихи за счет колебания плодоносящих ветвей. Однако, эффективность работы вибрационных машин непрерывного действия в значительной мере зависит от агротехнического фона и пригодности сортов для механизированной уборки.

Если селекционные работы по выведению сортов облепихи, пригодных для механизированной уборки, занимают длительный период времени (порой несколько десятилетий) и с этим приходится как-то мириться, то агротехнический фон должен отвечать агротребованиям по созданию машины для уборки плодов облепихи, чего в большинстве облепиховых хозяйств практически не соблюдается и, как следствие, сдерживает внедрение облепихоуборочных машин.

Приступая к созданию вибрационных машин непрерывного действия для уборки плодов облепихи, ряд организаций, главным образом ВИСХОМ и НИИСС, провели широкую апробацию существующих вибрационных машин непрерывного действия для уборки винограда и ягод кустарниковых пород (черная смородина, красная смородина, крыжовник, черноплодная рябина и др.).

Апробация виноградоуборочных комбайнов показала, что их можно было испытать только на молодых насаждениях облепихи, высотой не более 1,8 м (таков клиренс виноградоуборочного комбайна) штамбовой формировки или на кустовидных формах с шириной зоны основания куста в пределах 30 см, но не более 40 см. В целом виноградоуборочный комбайн оказался малоприспособленным для уборки плодов облепихи практически по всем параметрам.

Примерно такая же картина наблюдалась при апробации ягодоуборочных комбайнов типа МПЯ-1.

Главной проблемой уборки плодов облепихи при апробации винограда и ягодоуборочных комбайнов оказалась проблема улавливания снятых плодов. Если полноту съема плодов можно увеличить за счет ослабления прочности связи плодоножки с ветвью и плодом, то полноту улавливания снятых плодов можно увеличить только в основном за счет соответствующего формирования деревьев и кустов, т. е. за счет приспособления агрофона к механизированной уборке.

Проблема подготовки виноградных и ягодных плантаций к механизированной уборке комбайнами также остро стояла в свое время перед агротехниками. И только после выполнения агротребований по подготовке агрофона комбайны для уборки винограда технических сортов и ягод черной и красной смородины заработали в полную силу, обеспечивая высокую полноту съема и улавливания снятых ягод и винограда.

Такую проблему придется решить по агрофону на облепиховых плантациях. Иначе даже в перспективе нельзя ожидать положительного решения уборки плодов облепихи любыми машинами, в том числе вибрационными машинами непрерывного действия.

Изучение патентного фонда по данной проблеме показало, что только в 70-е – 80-е годы прошлого столетия было выдано организациям и физическим лицам многие десятки авторских свидетельств на изобретения. Ниже показаны лишь некоторые из них.

А.П. Синельников, Т.П. Варламов, А.А. Даштоян и др. предложили рабочий орган ягодоуборочной машины (Авт. свид. № 812222, БИ № 10,1981. Приоритет от 29.01.1979), преимущественно для уборки ягод облепихи, упрощенной конструкции. Эта цель достигается тем, что барабан выполнен в виде отдельных секторных секций с пальцами, каждая из которых закреплена на подпружиненных осях, взаимодействующих с механизмом вибрации и расположенных концентрично относительно вала (рис. 5.26).

Рабочий орган, установленный на раме 1, работает следующим образом.

При вращении барабана 2 ролик 9 движется по кольцевому копиру 4. При прохождении через зигзаг 5 ролик вместе с подпружиненной осью 7 и секторной секцией 6 совершает возвратно-поступательное движение в направляющих втулках 8. Таким образом, создается колебательное движение секторных секций 6 с пальцами 3, в результате чего осуществляется съем ягод облепихи. При этом постоянный контакт роликов 9 с кольцевым копиром 4 при колебании секторных секций 6 обеспечивается пружинами 10.

Г.П. Варламов, М.Э. Мравьян, А.П. Синельников и С.И. Плотников предложили встряхиватель плодов облепихи (Авт. свид. № 782736, БИ № 44. 1980. Приоритет от 27.04.1979), предназначенный для увеличения полноты съема плодов облепихи путем создания рабочего органа, совершающего скачкообразные изменения скорости его движения.

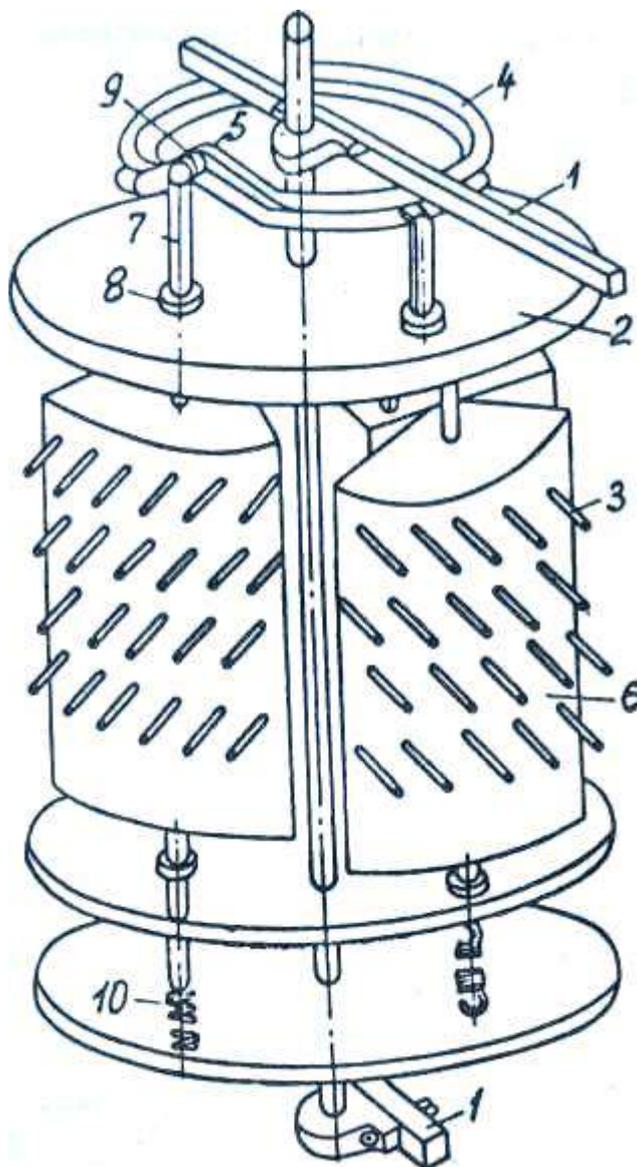


Рис. 5.26. Рабочий орган для уборки ягод облепихи

Эта цель достигается тем, что встряхиватель плодов снабжен установленным в опорах с возможностью перемещения гибким элементом, средняя часть которого, находящаяся между опорами, взаимосвязана с рабочим органом, а концы гибкого элемента соединены с механизмом возвратно-поступательного движения, при этом подвеска рабочего органа выполнена подпружиненной. Кроме того, гибкий элемент выполнен в виде троса, а опоры – в виде роликов. Механизм возвратно-поступательного движения выполнен в виде взаимосвязанного с кулачком подпружиненного коромысла, на котором закреплены концы гибкого элемента.

На рис. 5.27. показана схема встряхивателя плодов облепихи.

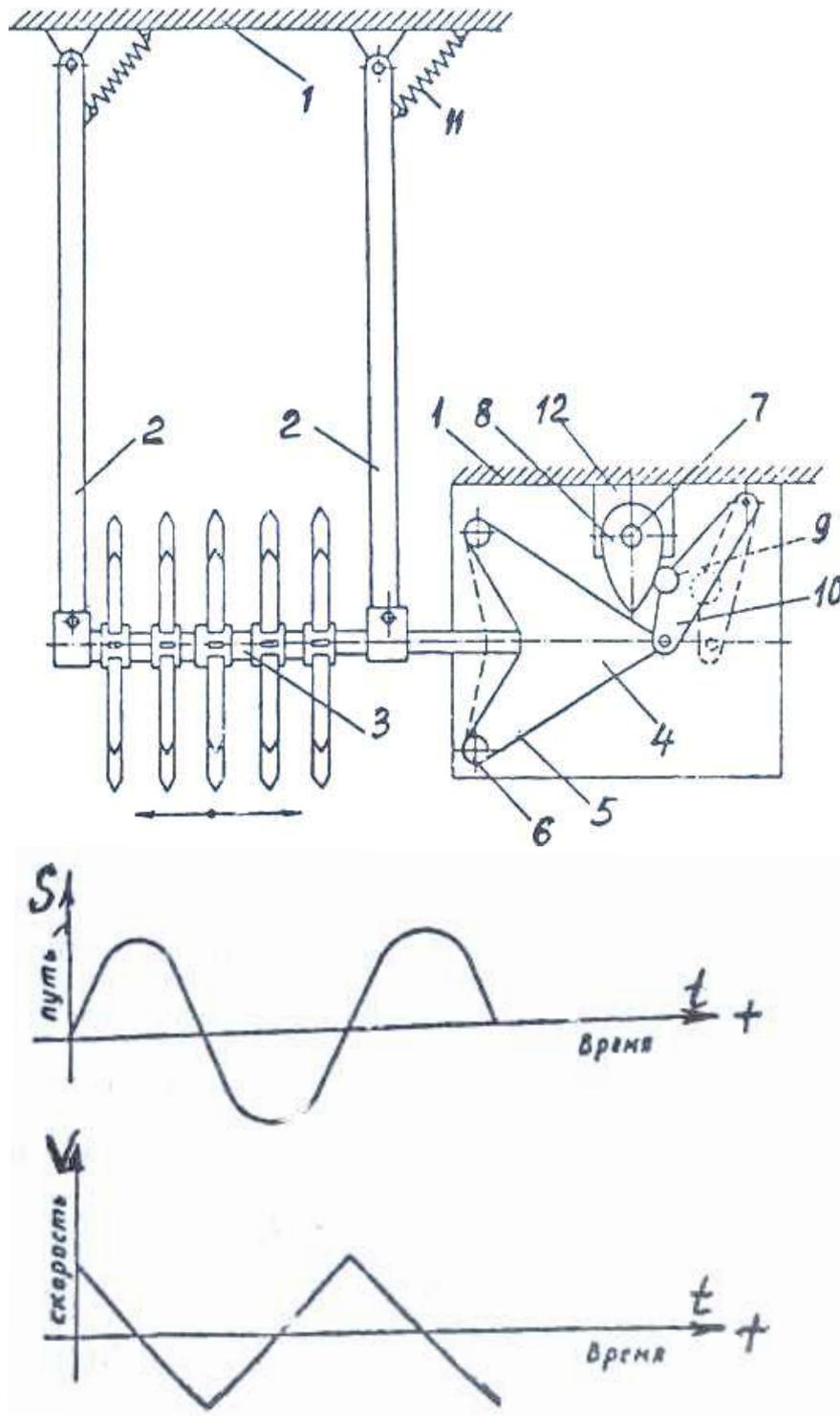


Рис. 5.27. Схема встряхивателя плодов облепихи

Встряхиватель плодов облепихи работает следующим образом.

Вращаясь, кулачок 8 воздействует на ролик 9 подпружиненного коромысла 10, которое совершает качательное движение вокруг точки опоры. При повороте коромысла 10 с равномерной скоростью вправо происходит перемещение гибкого элемента 5 в опорах 6 таким образом, что участок гибкого элемента 5 расположен между опорами 6, выпрямляясь получает ускоренное движение в горизонтальном направлении. Вместе с ним ускорение движения получает и рабочий орган 3.

При выпрямлении участка гибкого элемента 5, расположенного между опорами 6, и приближении его к вертикальному положению, скорость движения рабочего органа возрастает до максимума. При повороте коромысла влево, под действием возвратных пружин 11, рабочий орган 3 возвращается в исходное положение. Затем цикл повторяется. Совершая таким образом колебательное движение, рабочий орган 3 внедряется в периферийную зону кроны куста облепихи – зону расположения урожая плодов.

Рабочий орган 3, воздействуя на плодоносящие ветви куста, осуществляет механизированный съем плодов. Наличие гибкого элемента 5, кинематически соединяющего механизм 4 возвратнопоступательного движения с рабочим органом 3, позволяет преобразовать равномерное движение, передаваемое механизмом возвратнопоступательного движения, в ускорение движения рабочего органа 3 со скачкообразным характером изменения скорости. А это, в конечном счете, приводит к резкому возрастанию ускорений, сообщаемых плодоносящим ветвям куста облепихи и, как следствие, появлению достаточных для съема плодов облепихи сил инерции.

Применение предлагаемого встряхивателя позволит осуществить машинную уборку плодов облепихи, повысив при этом производительность труда.

Г.П. Варламов, М.Э. Мравьян, И.А. Майковский, С.Н. Ковалев и Ю.Я. Сычев предложили рабочий орган ягодоуборочной машины (Авт. свид. № 843837, БИ № 25, 1981. Приоритет от 10.12.1979), обеспечивающий повышенную долговечность работы (рис. 5.28).

Эта цель достигается тем, что каждый из полученных полухомутов выполнен в виде двух плоских полуколец, на расположенных друг напротив друга боковых поверхностях которых выполнены полукруглые радиальные канавки, образующие отверстия, в которых установлены круглые пальцы, причем полукольца установлены с зазором относительно друг друга, а отношение величины заделки пальца по всей его длине равно отношению величины зазора между полукольцами к общей толщине полухомута и равно 1.

Рабочий орган работает следующим образом.

При колебании рабочего органа на пальцы 6 его исполнительных элементов действует знакопеременная сила инерции, которая вызывает знакопеременные силы в заделке пальца в отверстии, образованном полукруглыми канавками полуколец 4. Величина этих сил зависит от соотношения всей длины L и заделки l пальцев 6 (сечение пальцев 6 по длине постоянно). Результирующими всех знакопеременных сил, действующих в заделке на полукольца 4, будут силы F_1 и F_2 , оказывающие периодическое воздействие, направленное на то, чтобы нарушить соединение полуколец 4, которое обеспечивает плотный контакт пальца 6 в образованном полукруглыми канавками отверстии.

При соединении полуколец 4 полухомута, в данном случае с помощью заклепок, за счет зазора h между полукольцами в теле последних создаются упругие напряжения, которые и обеспечивают плотный контакт пальцев 6 в заделке. Величина этих предварительных напряжений, а также податливость полуколец 4 зависит от соотношения толщины их зазора между полукольцами.

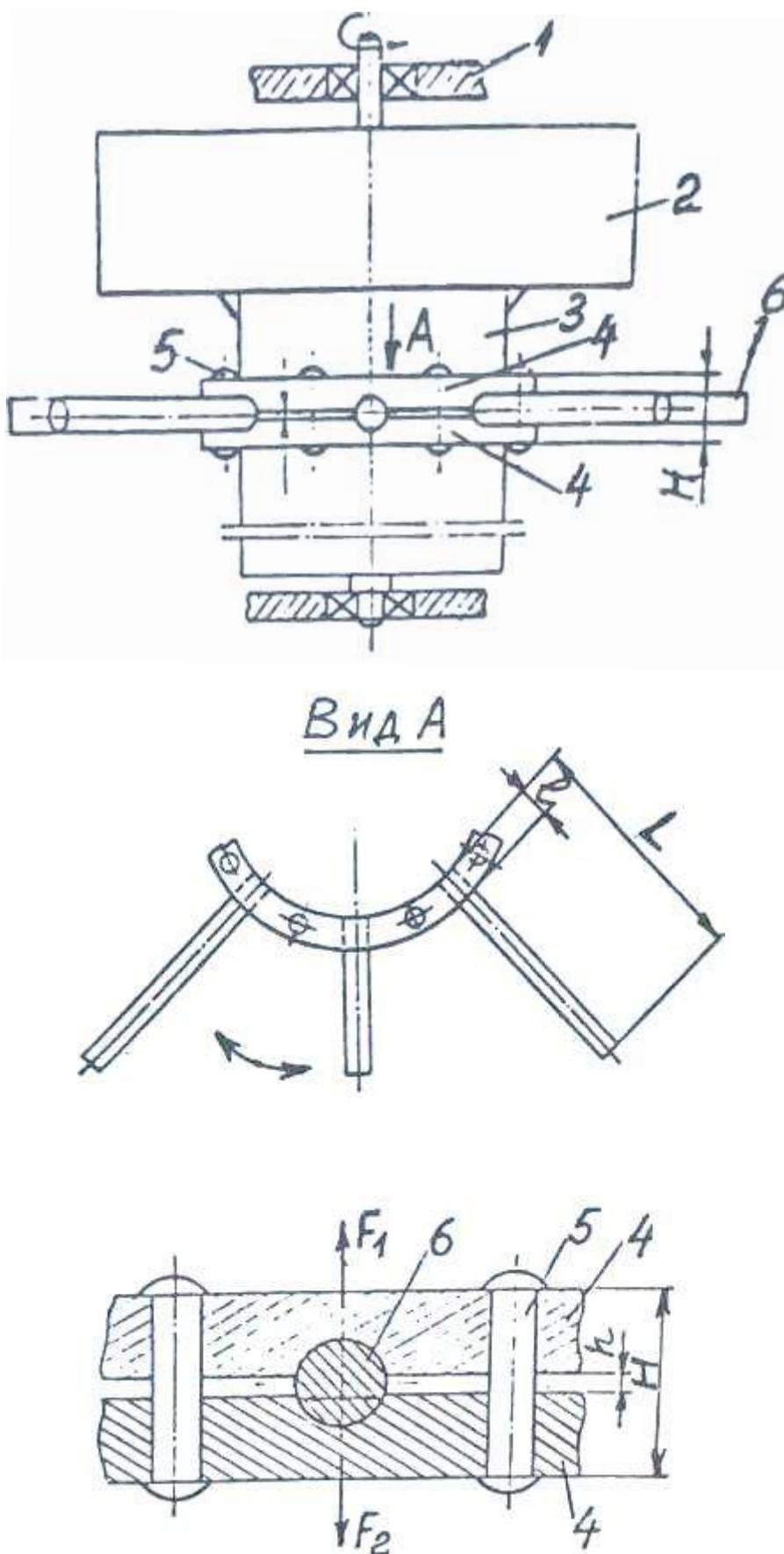


Рис. 5.28. Схема рабочего органа ягодоуборочной машины

В процессе работы под действием возрастающих сил F_1 и F_2 происходит упругая деформация полуколец 4. Так как деформация полуколец 4 происходит в упругой зоне, при уменьшении

сил F_1 и F_2 полукольца возвращаются в первоначальное положение, работая таким образом, как податливая система, обеспечивая в процессе всего цикла колебаний плотный контакт пальца 6 в заделке.

Многочисленными экспериментами установлено, что для обеспечения работы предлагаемого рабочего органа с деформацией в упругих пределах необходимо выполнение условия равенства отношений длины заделки / пальцев 6 ко всей длине L и величины зазора h между полукольцами 4 к общей толщине H полухомута в сборе, равных $1/11$.

В сезон уборки облепихи 1979 г. проведены полевые испытания предлагаемого рабочего органа, показавшие высокую долговечность его исполнительных элементов.

Г.П. Варламов, М.Э. Мравъян и Ю.Я. Сычев предложили рабочий орган ягодоуборочной машины (Авт. свид. № 865195, БИ № 35, 1981. Приоритет от 08.01:1980), преимущественно для уборки ягод облепихи, предназначенный для уменьшения повреждений ветвей путем снижения частоты их колебаний при уборке.

Эта цель достигается тем, что каждый из дебалансных валов снабжен дополнительным дебалансным валом, выполнен в виде полого вала, установленного на подшипниках соосно основному дебалансному валу, и кинематически соединенным с центральным приводным валом. Причем соотношение неуравновешенных масс дебалансов дополнительных и основных валов равно 1:3, а отношение скоростей их вращения 3:1, при этом сдвиг по фазе между ними равен 0° . Кроме того, каждый из дебалансов основного вала выполнен в виде двух одинаковых неуравновешенных масс, равноудаленных от дебаланса дополнительного вала, который расположен по середине основного вала.

На рис. 5.29 показана кинематическая схема рабочего органа, на рис. 5.30 – диаграмма путь-время, характеризующая кинематику известного рабочего органа и диаграмма путь-время, характеризующая кинематику предлагаемого рабочего органа.

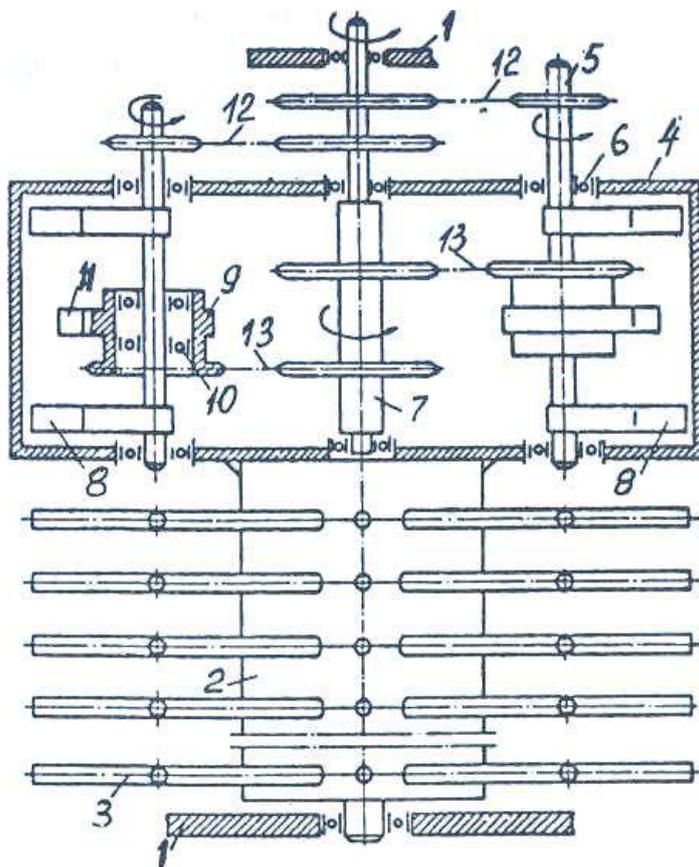


Рис. 5.29. Кинематическая схема рабочего органа ягодоуборочной машины

Рабочий орган работает следующим образом.

Вращение от центрального вала 7 посредством цепных передач 12 и 13 передается соответственно на основные дебалансные валы 5 и дополнительные дебалансные валы 9. Вследствие вращения неуравновешенных масс 8 в опорах 6, в которых установлены дебалансные валы 5, возникают переменные силы реакции, действующие на корпус 4 и вызывающие колебания всего рабочего органа вокруг своей оси по гармоническому закону. Колебания рабочего органа, которые он совершает вокруг своей оси, возбуждаются благодаря тому, что дебалансные валы 5 диаметрально расположены относительно центрального приводного вала 7 и равноудалены от него, а дебалансы 8 вращаются в противофазе. Вращение неуравновешенных масс 11 вызывает реакции в подшипниках 10, которые посредством валов 5 и опор 6 также передаются на корпус 4, вызывая колебания рабочего органа вокруг своей оси по гармоническому закону (рис. 5.44 а; кривая 1).

Таким образом, рабочий орган совершает колебания под действием двух гармонических составляющих. Для того, чтобы он производил сьем плодов облепихи, необходимо, чтобы ускорения, передаваемые рабочим органом на плодоносящие ветви, достигали таких же значений, как при работе известного рабочего органа

$$a^1 = A_1 \omega_1^2$$

Если сложить два гармонических колебания, описываемые уравнениями

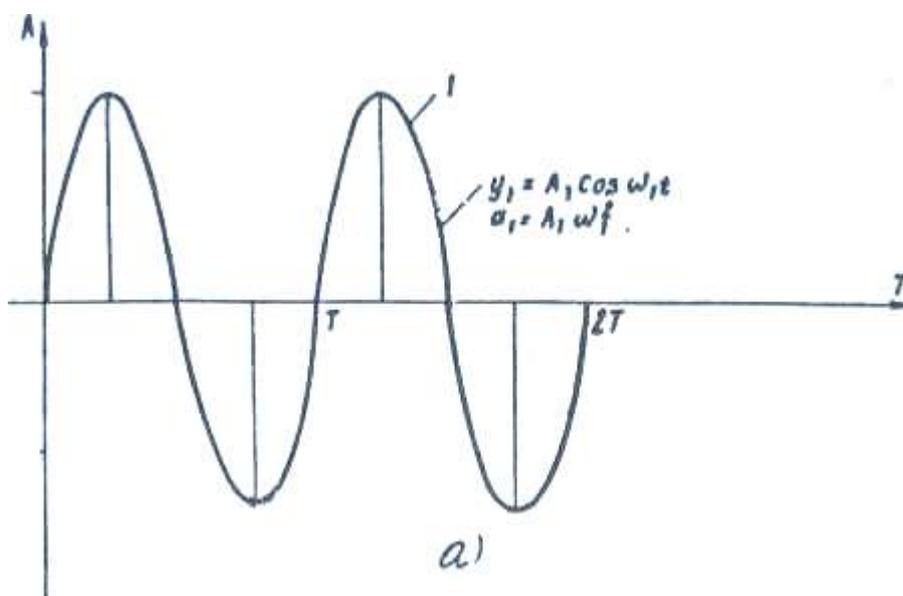
$$y_2 = \frac{A_1}{3} \cdot \cos \frac{3}{2} \omega_1 t$$

и

$$y_3 = A_1 \cos \frac{\omega_1}{2} t$$

можно получить закон движения, описываемый уравнением

$$y_4 = A \cos \frac{\omega_1}{2} t + \frac{A_1}{3} \cos \frac{3}{2} \omega_1 t.$$



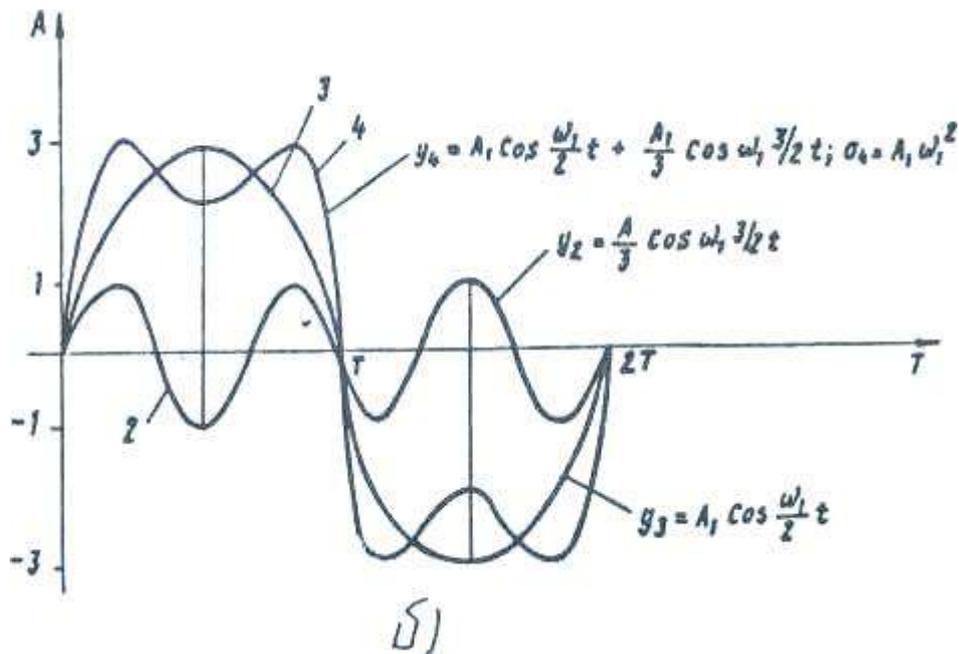


Рис. 5.30. Диаграмма путь-время: а – известный рабочий орган; б – предлагаемый рабочий орган

Эти уравнения графически изображены на рис. 5.30 б (кривые 2 и 3). При их сложении получается кривая 4.

Продифференцировав дважды последнее уравнение по времени, получаем значение ускорения

$$|a_4| = \frac{1}{4} A_1 \omega_1^2 + \frac{3}{4} A_1 \omega_1^2 = A_1 \omega_1^2.$$

Таким образом, из уравнения видно, что предлагаемый рабочий орган производит съем плодов облепихи при условии, что гармонические колебания, создаваемые при вращении основных и дополнительных дебалансов, будут подчиняться определенным законам, т.е. будет выполняться соотношение между неуравновешенными массами дополнительного и основного дебалансов, равное 1:3, и отношение скоростей их вращения, равное 3:1, при этом сдвиг по фазе между ними равен 0° .

Применение предлагаемого рабочего органа позволит производить механизированный съем плодов облепихи при частоте вибрации в 2 раза меньшей, чем в известном рабочем органе, что видно при сравнении кривой 4 (рис. 5.30, б) и кривой 1 (рис. 5.30, а), так как если одно полное колебание известного рабочего органа происходит за период T , то одно полное колебание предлагаемого рабочего органа происходит за период $2T$.

Уменьшение частоты колебаний рабочего органа, в свою очередь, снизит общее количество взаимодействий пальцев рабочего органа с плодоносящими ветвями за период времени, необходимое для съема плодов облепихи, что позволит уменьшить повреждения плодоносящих ветвей куста при вибрационной уборке.

Г.П. Варламов, О.В. Ушков, М.Э. Мравьян, И.А. Майковский и Н.И. Хромова предложили рабочий орган ягодоуборочной машины (Авт. свид. № 993866, БИ JSfe 15, 1983. Приоритет от 18.12.1981), обеспечивающий увеличение производительности машины за счет сокращения времени на переналадку.

Р.А. Ким, Я.Л. Овчинников, В.Д. Бартенев и С.Н. Федоров предложили встряхиватель ветвей ягодоуборочной машиной (Авт. свид. № 835353, БИ № 21, 1979. Приоритет от 05.02.1979), включающий соосно установленные один внутри другого пальчатые барабаны, внутренний из которых жестко закреплен на валу, причем его пальцы проходят сквозь пазы внешнего барабана, отличающийся тем, что с целью повышения производительности сбора ягод, барабаны имеют привод осевого перемещения, а пазы внешнего барабана выполнены аксиальными.

Одним из первых устройств для съема плодов облепихи при непрерывном движении агрегата явился кронный вибратор конструкции НИИ садоводства Сибири.

Кронный вибратор (рис. 5.31) сострит из колеса 1 с радиально расположенными на нем по периметру спицами 2. По периферийной части колеса установлены подпружиненные бойки 3, соединенные со спицами 2 гибкими элементами. Внутри колеса расположен Маховик 5 с кулачками 4. Привод маховику осуществляется ременной передачей 7 от гидромотора 8. Колесо установлено относительно маховика таким образом, что оси их вращения совпадают. Кроме того, колесо закреплено относительно общей рамы подвижно на рычаге 9, что позволяет в процессе работы, с помощью рычага 6, изменять амплитуду колебаний.

Работа устройства осуществляется следующим образом.

При движении машины вдоль ряда спицы входят в крону куста и ветви с плодами защемляются в разветвлении гибких элементов, которые передают колебания на плодоносящие ветви, создаваемые при взаимодействии кулачков 4 маховика 5 с бойками 3.

При проведении испытаний этого кронного вибратора положительных результатов, как по показателю полноты съема плодов, так и количеству поврежденных ветвей, не достигнуто.

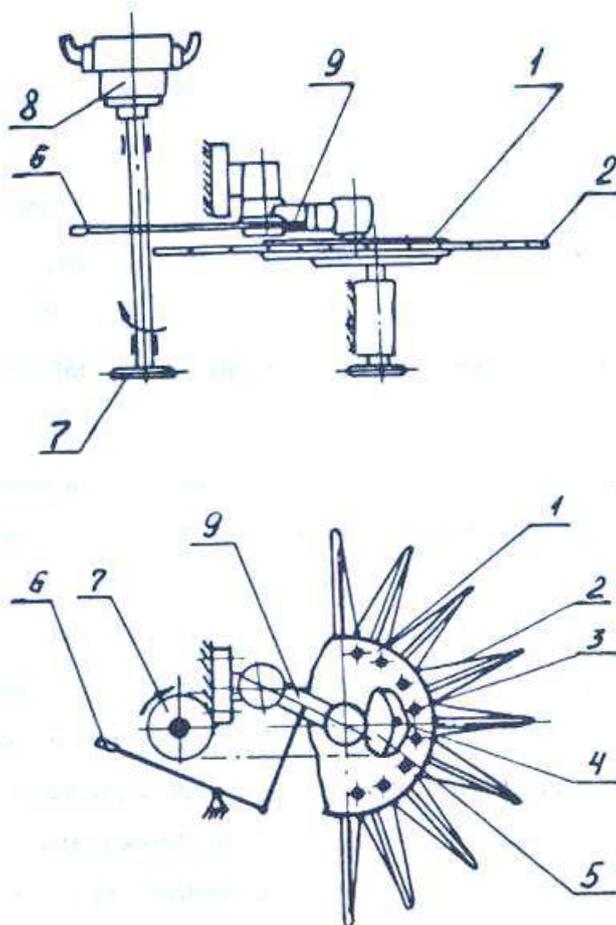


Рис. 5.31. Кронный вибратор

А.П. Рыбников, В.Н. Ожерельев, В.Д. Бартенев и В.В. Ильин описали результаты испытаний прецессионного активатора (рис. 5.32) при уборке плодов на плантациях облепихи и аронии черноплодной [81] (Авт. свид. № 946444, 1982, БИ № 28).

Активатор состоит из двух барабанов с радиальными пальцами, смонтированных на валу таким образом, что ось вращения каждого барабана составляет с осью вращения вала угол, равный $1^{\circ}35'$. Прецессия (движение оси барабана) осуществляется в результате вращения барабанов в подшипниках на эксцентричных, жестко закрепленных на валу качающихся втулках, повернутых относительно друг друга на 180° . Эксцентриситет втулок составляет 7 мм. Смежные втулки барабанов поставлены относительно друг друга в одной фазе. По периферии барабана равномерно, в шахматном порядке, размещены 130 пальцев так, что в каждом сечении насчитывается 5 пальцев. Вращение вала осуществляется от гидромотора.

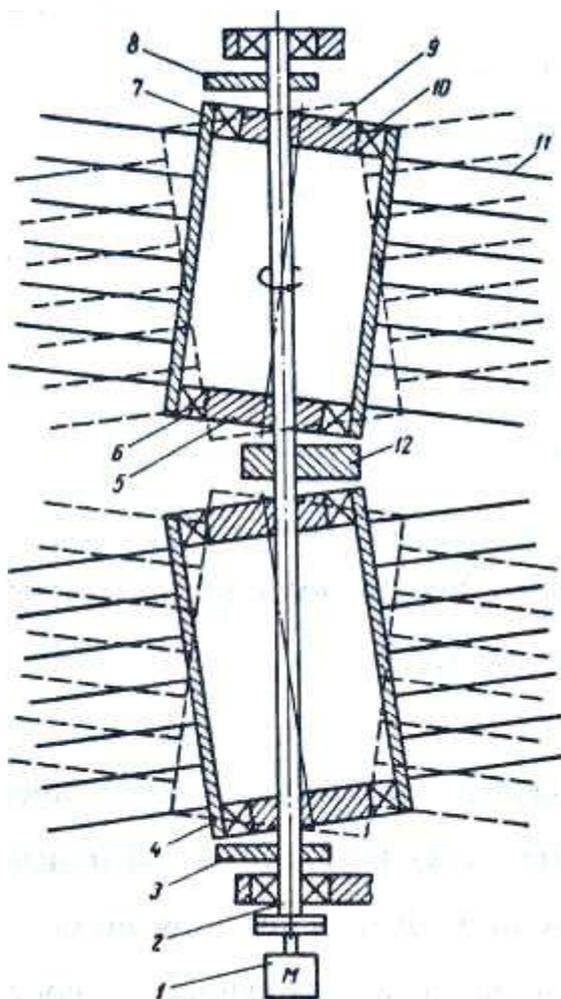


Рис. 5.32. Прецессионный активатор:

- 1 – гидромотор; 2 – вал; 3, 8, 12 – противовесы, 4, 7 – барабаны; 5, 9 – втулки;
6, 10 – подшипники; 11 – палец

При вращении вала радиальные пальцы вовлекаются в сложный колебательный процесс. При этом они совершают колебания вдоль и поперек продольной оси каждого из барабанов, а также вдоль и вокруг собственной оси. Динамическое уравнивание барабанов осуществляется за счет трех противовесов (эксцентричных дисков), жестко установленных около свободных концов барабанов и в средней части вала. Два крайних противовеса 3 и 8 находятся в одной фазе, а средний противовес 12 повернут на 180° относительно крайних.

Масса среднего противовеса равна удвоенной массе каждого из крайних при одинаковом их эксцентриситете. Затраты мощности на привод такого механизма активатора в 5-8 раз меньше, чем у существующих активаторов ягодоуборочных машин, работающих на частотах 8-20 Гц (при массе активатора 280 кг и частоте вращения вала, доходящей до 30 Гц, потребляемая мощность составляет 1,2-2,2 кВт, в зависимости от нагрузки ветвями). Передача вибраций на раму уборочного агрегата в <2-3 раза меньше, чем у существующих машин. Объясняется это хорошими динамическими характеристиками прецессионного активатора.

В 1985 г. в ОПХ НИИСС им. М.А. Лисавенко проведены лабораторно-полевые испытания прецессионного активатора на плантациях облепихи. Полевые эксперименты выполнены в вариантах позиционного и непрерывного движения уборочного агрегата на 10-летних кустах сорта Чуйская в стадии полной биологической зрелости плодов. Этот сорт, имеющий массу плода до 1 г и наименьшее усилие отрыва (1,9-2,3Н), наиболее пригоден к вибрационной уборке. Амплитуда колебаний по концам пальцев встряхивателя составляла 30-40 мм при частоте 15-20 Гц.

Результаты испытаний выявили, что прецессионный активатор конструкции НИЗИСНП показал принципиальную работоспособность. Результаты могут быть значительно улучшены при использовании активатора на кустарниках, структура кроны которых отличается достаточным единообразием. Этого можно достичь обрезкой кустов и специальной технологией выращивания облепихи. Установкой формирователя потока ветвей и тормозного устройства на прецессионном активаторе можно значительно снизить повреждения ветвей.

Канд. техн. наук В.В. Ильин, применив этот тип активатора для уборки аронии черноплодной (черноплодной рябины), имеющей порой высоту деревьев до 4 м, отказался от энергетического средства виноградоуборочного комбайна (у него клиренс 1,8 м) и создал двухагрегатную самоходную машину, оснащенную прецессионными вертикально расположенными активаторами. Получены удовлетворительные результаты. Машины по уборке аронии черноплодной после 1988 г. выпускаются по 2-3 шт. в год по заказам хозяйств.

Обоснование рабочих органов для съема плодов облепихи при их непосредственном воздействии на плодоносящие ветви при непрерывном движении агрегата в конце 70-ых годов прошлого века выполнил канд. техн. наук М.Э. Мравьян [23, 24, 25, 27, 28, 44,68, 69, 70].

Были проведены предварительные исследования всех имеющих место принципиальных схем рабочих органов для съема плодов облепихи при непрерывном движении агрегата при непосредственном воздействии рабочих органов на плодоносящие ветви, на основании которых выявлена оптимальная схема рабочего органа и подтверждена возможность съема плодов облепихи за счет передачи вибрации на плодоносящие ветви.

Наиболее рациональным рабочим органом оказался вертикально расположенный барабан с радиально установленными пальцами, так как именно такие рабочие органы открывают возможность создания облепихоуборочной машины непрерывного принципа действия.

Для углубленных исследований динамики были выбраны моногармонический (рис. 5.33) и бигармонический (рис. 5.34) рабочие органы.

Механические колебания, создаваемые моногармоническим вибратором, подчиняются закону простой гармонической функции (рис. 5.33)

$$x = x \sin wt$$

где x – амплитуда колебаний;

w – частота колебаний.

Значение максимального ускорения рабочего органа определяется из выражения

$$x^{**} = -x\omega^2$$

Кроме моногармонического вибратора был подвергнут изучению оригинальный по конструкции бигармонический вибратор, который по высказанной гипотезе [68] должен дать более высокие технологические показатели работы по полноте съема плодов облепихи.

Конструктивная особенность бигармонического вибратора (рис. 5.34) заключается в том, что каждый из основных дебалансных валов 1 снабжен дополнительным дебалансным валом 2, выполненным в виде полой оси, соосно Установленной на основном дебалансном валу 1 на подшипниковых опорах и кинематически соединенной с центральным валом 3 посредством цепной передачи 4, причем соотношение неуравновешенных масс дополнительных и основных дебалансов равно 1:3, а отношение скоростей вращения из соотношения 3:1, при этом сдвиг по фазе между ними равен 0° .

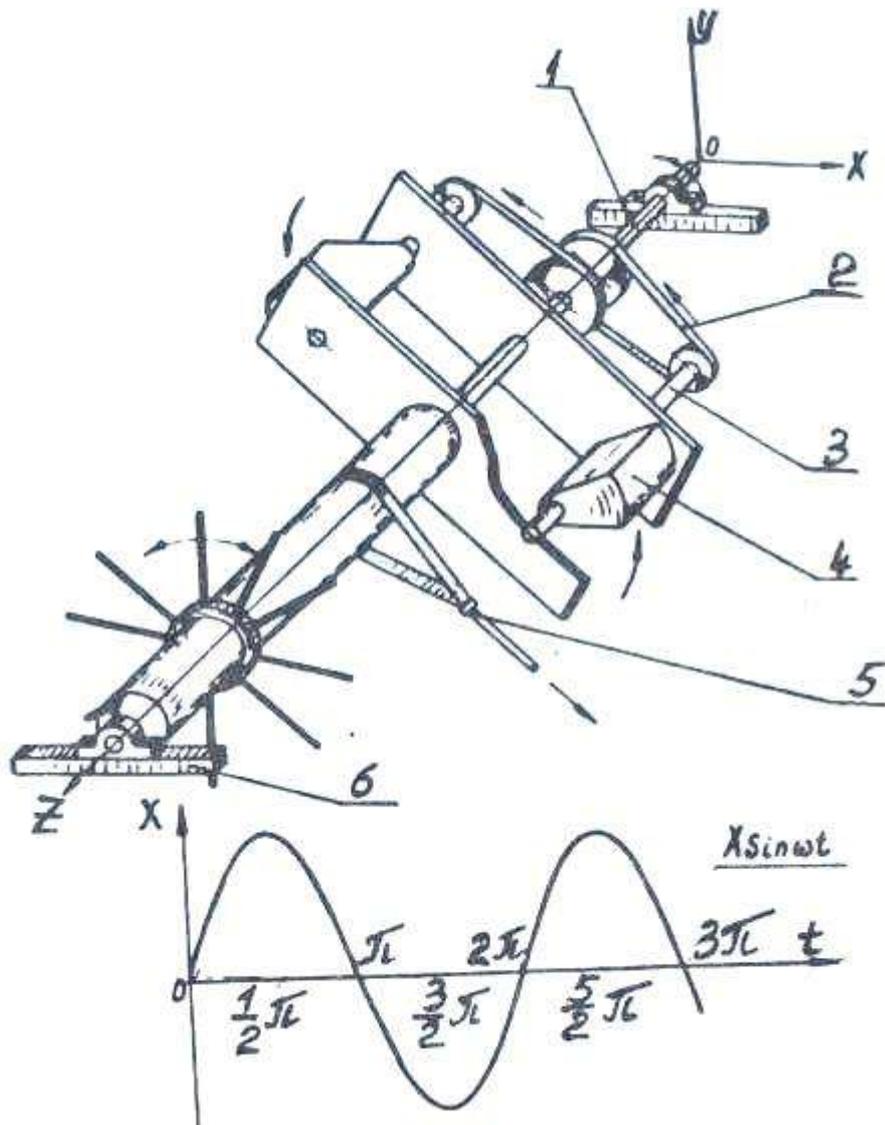


Рис. 5.33. Конструктивная схема моногармонического вибратора:

- 1 – центральный вал; 2 – цепная передача; 3 – дебалансный вал; 4 – дебаланс;
5 – тормозное устройство; 6 – рама машины

Кроме того, каждый из основных дебалансов выполнен в виде двух одинаковых неуравновешенных масс 5, равноудаленных от дополнительного дебаланса, расположенного по середине участка основного вала 1, находящегося между опорами, что позволяет исключить передачу вибрации на раму машины 7. Вибратор оборудован тормозным устройством 6.

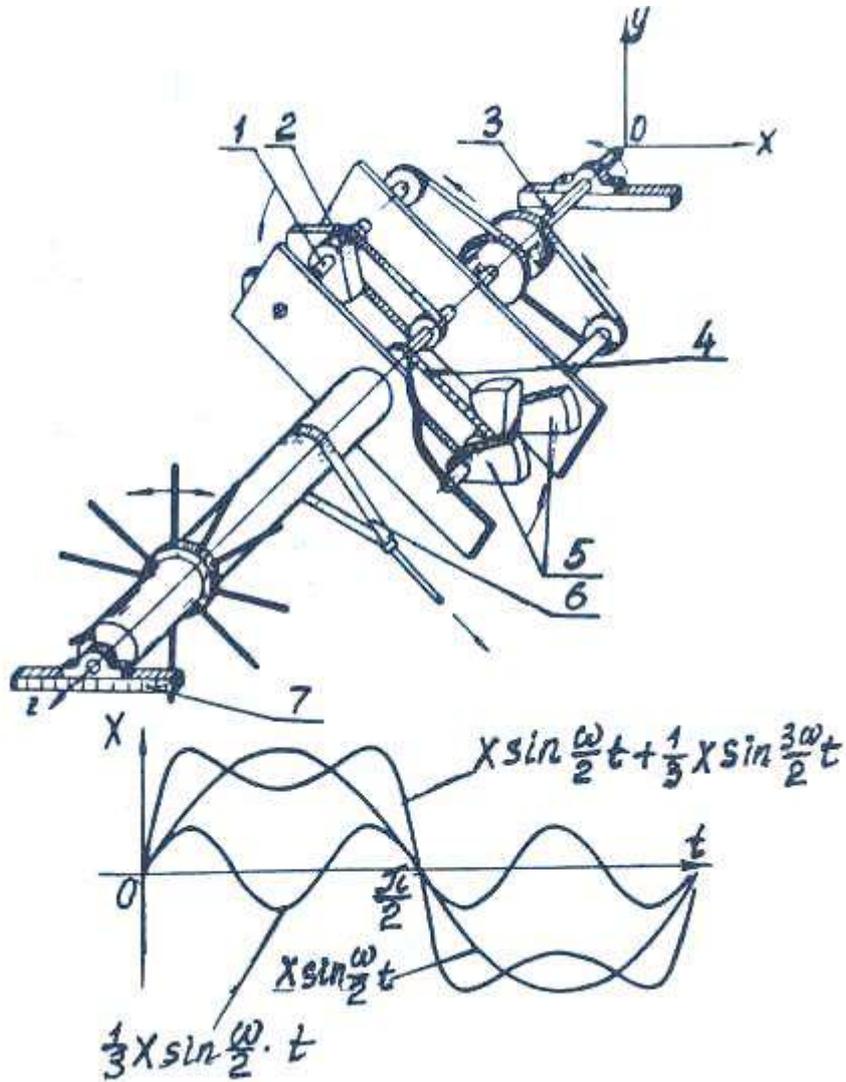


Рис. 5.34. Конструктивная схема бигармонического вибратора

Механические колебания, создаваемые бигармоническим вибратором, представляют сумму двух гармонических колебаний (рис. 5.34).

$$x = x \sin \frac{\omega}{2} t + \frac{1}{3} x \sin \frac{3\omega}{2} t,$$

где x – значение амплитуды колебаний моночастотного рабочего органа;

ω – частота колебаний моночастотного рабочего органа.

Гармонические составляющие выбраны таким образом, чтобы максимальные значения виброускорений рабочего органа были равными максимальным значениям виброускорений моночастотного рабочего органа ($x^{**} = -x\omega^2$).

Максимальные значения виброускорений бигармонического рабочего органа определяется из уравнения '

$$\ddot{x}_{\max} = -\frac{1}{4}x\omega^2 - \frac{3}{4}x\omega^2 = -x\omega^2.$$

Из конструкции бигармонического вибратора прослеживается, что он представляет собой совокупность двух моногармонических вибраторов, связанных между собой определенными соотношениями между частотами и амплитудами колебаний. Поэтому теоретическое исследование динамики вибраторов было проведено на примере моногармонического вибратора, а полученные конечные результаты по основным конструктивным параметрам были использованы и при проектировании бигармонического вибратора.

При теоретическом исследовании динамики рабочего органа было получено уравнение движения вибратора:

$$\left[\frac{Y_0}{2} + m_d R + m_d r^2 \frac{(r_1 - r_0)^2}{r_1^2} + 2m_d r R \cos(\beta - \alpha) \frac{r_1 - r_0}{r_1} \right] \ddot{\alpha} + U \dot{\alpha} + C_T \alpha = m_d r R \sin(\beta - \alpha) \left[\dot{\beta}^2 - \left(\frac{r_1 - r_0}{r_1} \right) \dot{\alpha}^2 \right]$$

где m_d – масса дебаланса;

Y_0 – момент инерции вибратора без учета дебалансов;

α – угол поворота вибратора относительно оси x ;

R – расстояние между центральным и дебалансным валом;

r – расстояние от оси вращения дебаланса до его центра тяжести;

r_1 – радиус звездочки дебалансного вала;

r_0 – радиус звездочки центрального вала;

β – угол поворота дебаланса относительно оси x ;

U – коэффициент, характеризующий трение в системе;

C_T – жесткость ручьев тормозной ленты.

В результате решения этого уравнения определена зависимость между амплитудой колебания рабочего органа и частотой, а также основными конструктивными параметрами, по которым были, спроектированы и изготовлены моногармонический и бигармонический рабочие органы для колебания плодоносящих ветвей кустов облепихи.

С целью проверки теоретических исследований были проведены стендовые испытания моногармонического и бигармонического рабочих органов с определением амплитуды колебаний и частоты с помощью виброизмерительного комплекса. После обработки данных лабораторных экспериментальных исследований получены амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) вибраторов.

Теоретические исследования вибрационного способа уборки плодов облепихи на расчетной модели «вибратор-ветвь»; изучен процесс передачи механических колебаний от вибрационного рабочего органа непосредственно к плодоносящим ветвям кустов облепихи, определены конструктивные и амплитудно-частотные параметры моногармонического и бигармонического рабочих органов, при которых значения абсолютных ускорений движения

плодоносящих ветвей кустов облепихи достигают величин, достаточных для отрыва плодов облепихи.

Технологический процесс работы устройства для передачи механических колебаний непосредственно на плодоносящие ветви заключается в следующем.

Энергетическое средство, с установленным на нем на специальной раме рабочим органом, движется вдоль ряда кустов облепихи так (рис. 5.35), что пальцы 2 внедряются в периферийную часть кроны – зону расположения урожая. При этом вал 1 совершает колебания вокруг своей оси и поворачивается как бы обкатывая боковую поверхность кустов, а плодоносящие ветви попадают в раствор между радиально установленными пальцами. Радиальные пальцы закреплены на валу рабочего органа в виде секций, установленных вдоль вала с равными промежутками с шагом $H=100$ мм, так, чтобы равномерно передавать вибрационное воздействие на плодоносящие ветви по высоте зоны расположения урожая. Поэтому при взаимодействии пальцев отдельной секции с плодоносящей ветвью в процессе участвует масса не всей плодоносящей ветви, а только участок ветви, ограниченный величиной шага установки секций пальцев на валу рабочего органа.

Отличительной особенностью рабочих органов, передающих вибрационное воздействие непосредственно на плодоносящие ветви, является то, что при колебаниях ветвей нет постоянного контакта между ними и исполнительными элементами. Вследствие этого плодоносящие ветви находятся поочередно то в состоянии вынужденных колебаний (при контакте с рабочим органом), то в состоянии свободных колебаний, когда вышеупомянутого контакта нет. При этом в момент контакта рабочего органа с ветвями происходит их ударное взаимодействие, представляющее переход от собственных колебаний ветви к вынужденным, при этом плодоносящая ветвь движется ускоренно, а на плод облепихи действует сила инерции, равная произведению массы плода на ускорение, с которым движется точка его подвеса.

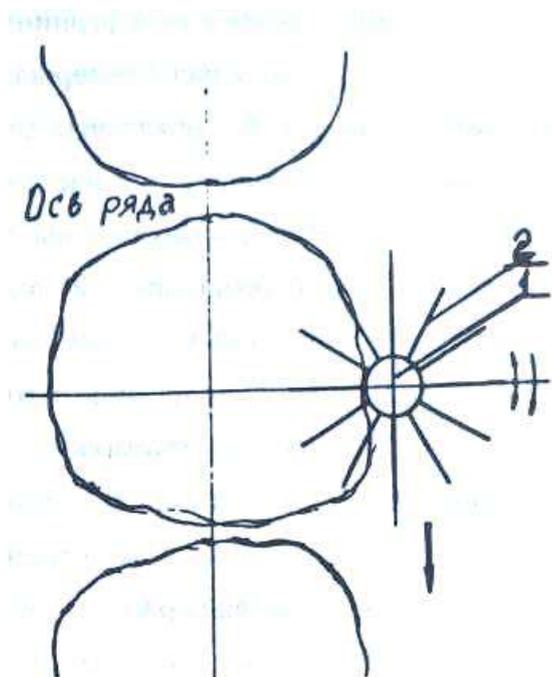


Рис. 5.35. Схема технологического процесса съема плодов облепихи при передаче механических колебаний непосредственно на плодоносящие ветви

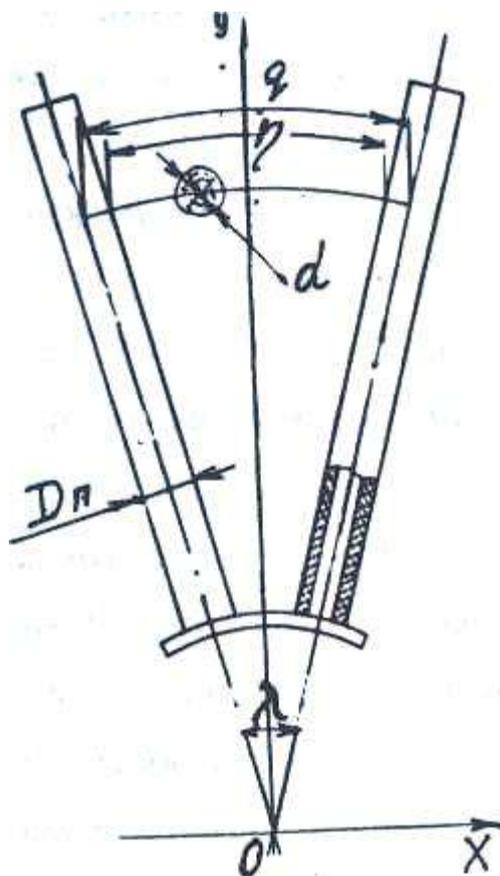


Рис. 5.36. Схема взаимодействия пальцев рабочего органа с плодоносящей ветвью куста облепихи

Явление виброударного движения ветви имеет место из-за наличия зазоров между исполнительными элементами рабочего органа и плодоносящими ветвями. Величина общего зазора ($2r$) определяется геометрией рабочего органа и диаметром ветви: Общий зазор между исполнительными элементами рабочего органа и ветвью зависит от угла расхождения λ радиально установленных пальцев, диаметра пальца $D_{\text{п}}$ и ветви d , а также от глубины внедрения плодоносящей ветви в раствор между пальцами (рис. 5.36)

$$2r = \frac{2\pi\lambda}{360^\circ} D_{\text{п}} - d.$$

Для построения математической модели взаимодействия вибрационного рабочего органа с плодоносящей ветвью куста облепихи при заданном общем зазоре между ними принята система, состоящая из следующих элементов: вибрационный рабочий орган массой M_1 , с установленными на нем радиально жесткими стальными пальцами с резиновой оболочкой, упругие и диссипативные свойства которых характеризуют коэффициенты K и C , приведенная к месту взаимодействия масса участка плодоносящей ветви M_2 , коэффициент K_1 , характеризующий упругие свойства ветви при отклонении ее в горизонтальном направлении, зазор r между пальцем рабочего органа и ветвью. В качестве возмущающего воздействия $F_1(t)$, создаваемого рабочим органом, в одном случае рассматривали закон движения моногармонического вибратора, в другом – бигармонического. Упругие и диссипативные характеристики резиновых оболочек пальцев считали линейными.

Как показали экспериментальные исследования, проведенные с применением математического планирования эксперимента [54, 77, 86], усилия $F_2(S)$, возникающие при

отклонении плодоносящей ветви облепихи от положения равновесия достаточно малы, чтобы ими можно было пренебречь в расчетной схеме, положив $F_2(S)=0$.

Таким образом, учитывая вышесказанные допущения, модель исследуемой системы упростится и будет иметь вид, показанный на рис. 5.37.

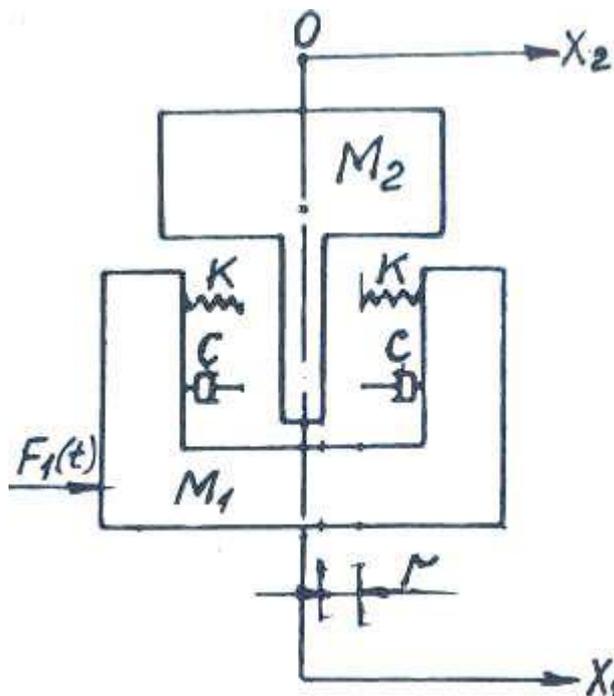


Рис. 5.37. Схема упрощенной системы, характеризующей взаимодействие плодоносящей ветви с пальцами рабочего органа

Для описания процесса взаимодействия исполнительных элементов рабочих органов с ветвями составлены уравнения, характеризующие относительное движение ветви при контакте с рабочим органом как при моногармоническом, так и при бигармоническом возбуждении, что позволило получить выражения, позволяющие получить относительное ускорение ветви при контакте с пальцем рабочего органа. Полученные выражения позволили осуществить стыковку решений для двух участков движения массы M_2 (свободного движения в контакте), определяя из предыдущего уравнения значение абсолютного ускорения массы M_2 при каждом соударении.

Для решения данной цикловой задачи были составлены алгоритм и программа для расчетов на ЭВМ.

В результате расчетов, выполненных на ЭВМ, были построены графические изображения изменений абсолютных ускорений движения ветви на участках контактирования во времени в диапазоне частот от 5 до 50 Гц для моногармонического вибратора и основных частот от 3 до 18 Гц для бигармонического вибратора.

Анализ расчетных величин, а также построенные по ним графики, позволили сделать вывод о том, что на всем частотном диапазоне, как при моногармоническом, так и при бигармоническом возмущениях, имеет место виброударный режим работы системы «вибратор-ветвь», возникающий вследствие наличия зазоров между исполнительными элементами (пальцами) рабочего органа и ветвью. В процессе колебаний происходят поочередные соударения ветви с пальцами, между которыми она находится. Период соударений ветви равен периоду колебаний возмущающего воздействия.

При теоретическом исследовании процесса взаимодействия моногармонического и бигармонического вибрационных рабочих органов были выявлены конструктивные параметры

и частотные диапазоны, при которых значения ускорений плодоносящих ветвей достигают величин, достаточных для отрыва плодов облепихи. На основании результатов решения задачи о вынужденных колебаниях нелинейной виброударной системы были определены оптимальные амплитудно-частотные характеристики и конструктивные параметры моногармонического и бигармонического рабочих органов.

Для определения рациональной конструкции и оптимального режима работы устройства для колебания плодоносящих ветвей, его эксплуатационных и качественных показателей, а также подтверждения и дополнения теоретических исследований, проведены экспериментальные исследования вибрационного способа уборки плодов облепихи с рабочими органами непосредственно воздействующими на плодоносящие ветви.

С этой целью была изготовлена полевая установка (рис. 5.38) с моногармоническими и бигармоническими рабочими органами, а затем макетный образец машины, способный обрабатывать куст облепихи с двух сторон (рис. 5.39).

Экспериментальные работы по определению действительных ускорений плодоносящих ветвей облепихи в условиях промышленной плантации проводились на кустах, вступивших в стадию плодоношения, сортов Дар Катуни, Новость Алтая, Золотой пчелок.

Конструкция установки позволяла внедрять радиально установленные пальцы рабочих органов к крону куста облепихи, при этом плодоносящие ветви попадали в раствор между пальцами, выполненными в виде стальных прутков с резиновой оболочкой. Определение действительных ускорений движения плодоносящих ветвей облепихи производилось с помощью виброизмерительной аппаратуры, включавшей акселерометры КО-91, закрепленные на плодоносящей ветви куста облепихи и измерительный усилитель SM 231. Масса акселерометра КО-91 составляет 1,8 г, поэтому их установка на ветви не вносила существенной погрешности в процессе измерений.

Анализ осциллограмм показал почти полное совпадение качественных и количественных характеристик исследуемого процесса, полученных расчетным и экспериментальным путем.

В результате получены зависимости амплитудных значений абсолютных ускорений движения участков плодоносящих ветвей кустов облепихи, непосредственно контактирующих с пальцами рабочих органов и находящихся по середине между секциями пальцев, от частоты колебаний и зазора при моногармоническом и бигармоническом возмущениях.

Анализ осциллограмм колебаний ветви и пальцев рабочих органов позволил построить фазо-частотные характеристики (ФЧХ) исследуемого процесса.

Анализ фазо-частотных характеристик процесса передачи моногармонических и бигармонических колебаний от рабочего органа на плодоносящую ветвь куста облепихи позволил построить графическую зависимость между абсолютными ускорениями ветви, возникающими в момент ударного взаимодействия ветви с пальцами рабочего органа и динамическим усилием контакта пальцев с ветвью. При значениях абсолютных ускорений, необходимых для съема плодов облепихи (220-300 g) и возникающих при работе бигармонического рабочего органа в диапазоне рабочих частот, динамические усилия в местах контакта пальцев рабочего органа с плодоносящими ветвями меньше, чем при работе моночастотного рабочего органа.

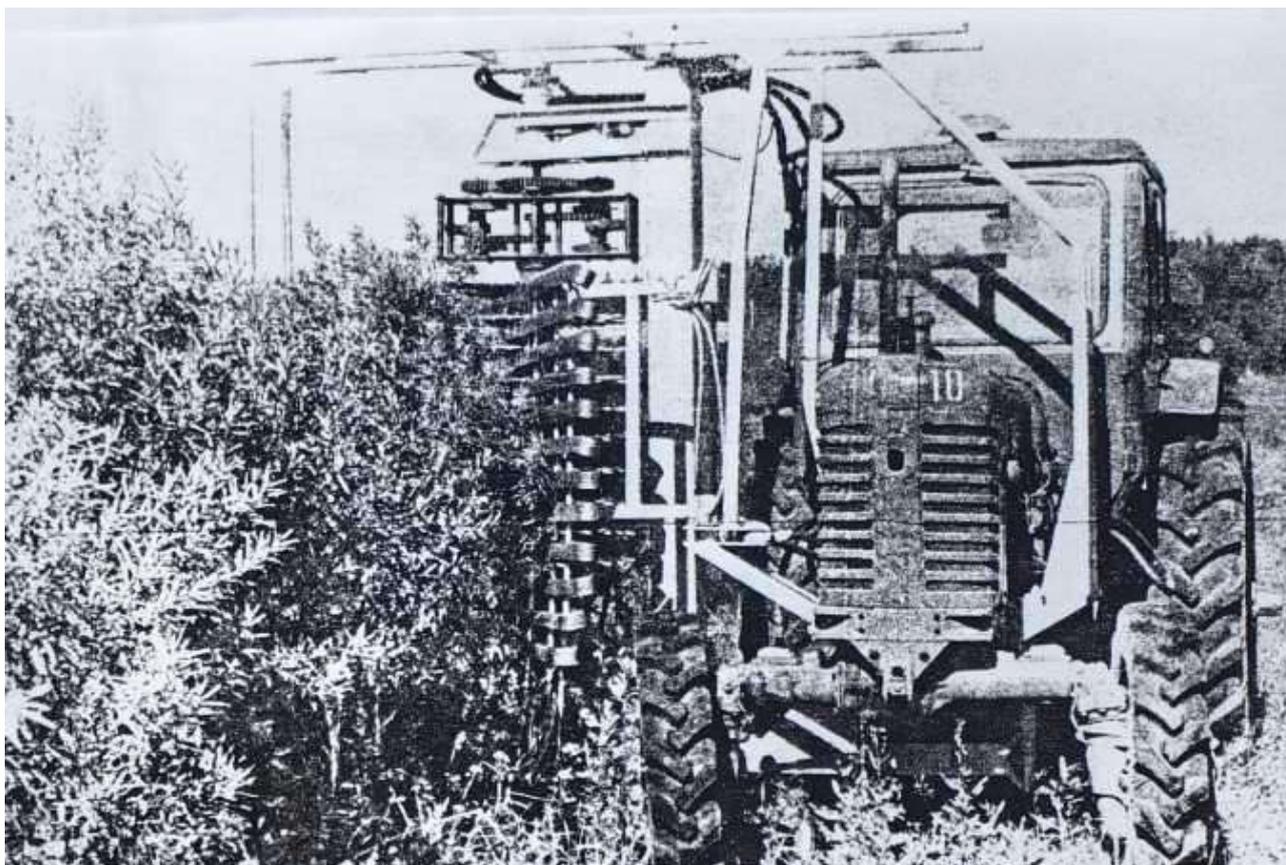


Рис. 5.38. Экспериментальная полевая установка с навешенным на ней бигармоническим вибрационным рабочим органом: а – вид спереди; б – вид сзади

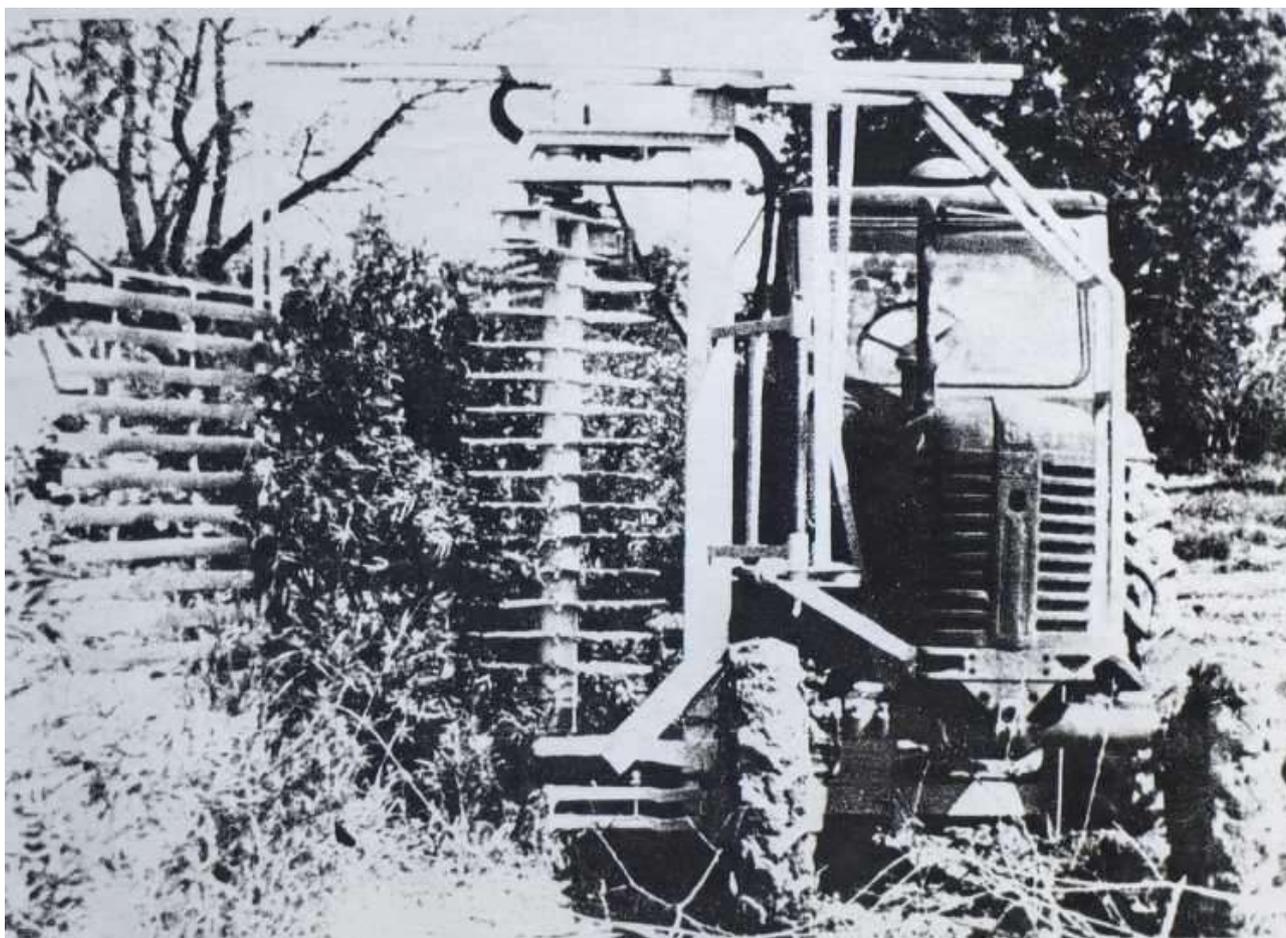


Рис. 5.39. Общий вид макетного образца машины для уборки плодов облепихи:

а – двухагрегатное исполнение (левый формирователь снят); б – порталное исполнение

Для проверки результатов теоретических и экспериментальных исследований были проведены полевые испытания экспериментальной установки для съема плодов облепихи в условиях Экспериментального плодопитомнического хозяйства по облепихе и экспериментальной базы ВИЛР (с. Ватутинки Московской области). В результате испытаний

получены основные зависимости качественных показателей работы устройств для колебания плодоносящих ветвей. С увеличением частоты колебаний моногармонического вибратора в диапазоне от 20 до 60 Гц увеличивается полнота съема плодов облепихи от 20 до 81%; при увеличении основной частоты колебаний бигармонического рабочего органа от 13 до 20 Гц также происходит увеличение полноты съема от 60 до 80%.

Сравнительные испытания моногармонического и бигармонического рабочих органов показали, что при одинаковой полноте съема плодов, бигармонический рабочий орган обеспечивает меньшую повреждаемость ветвей (1-3%), чем моногармонический (20%).

Широкие испытания макетного образца для непрерывной уборки плодов облепихи при непосредственном воздействии рабочих органов на плодоносящие ветви позволили однозначно констатировать, что подобный способ вполне приемлем и может быть рекомендован для применения в облепиховых хозяйствах.

Установлено, что наиболее рациональной схемой устройств для колебания плодоносящих ветвей кустов облепихи является рабочий орган, выполненный в виде вертикального вала с радиально установленными пальцами, закрепленного на корпусе вибратора для возбуждения крутильных колебаний.

Испытания показали, что при стационарном моногармоническом и бигармоническом возмущении, колебания ветви носят ярко выраженный виброударный характер, вследствие чего ускорения движения ветвей достигают значений в несколько раз превосходящих ускорения, создаваемых рабочим органом. При этом были выявлены конструктивные параметры и амплитудно-частотные диапазоны, при которых значения абсолютных ускорений движения плодоносящих ветвей в пределах 280-300 g являются достаточными для съема плодов облепихи:

- а) расстояние между радиально установленными пальцами у консольного конца – 40-43 мм;
- б) для моногармонического возмущения: амплитуда 16-18 мм, частота 40-50 Гц; для бигармонического возмущения: амплитуда 16-18 мм, основная частота 13-20 Гц.

Экономические расчеты показали, что применение механизированного способа уборки позволит повысить производительность труда в 16-24 раза по сравнению с ручным сбором плодов пружинными крючками

Создание порталных машин (рис. 5.40 а) будет рациональным и экономически выгодным для деревьев (кустов) высотой не более 2,0 м. Для деревьев больших размеров необходимо создавать двухагрегатные машины (рис. 5.40 б).

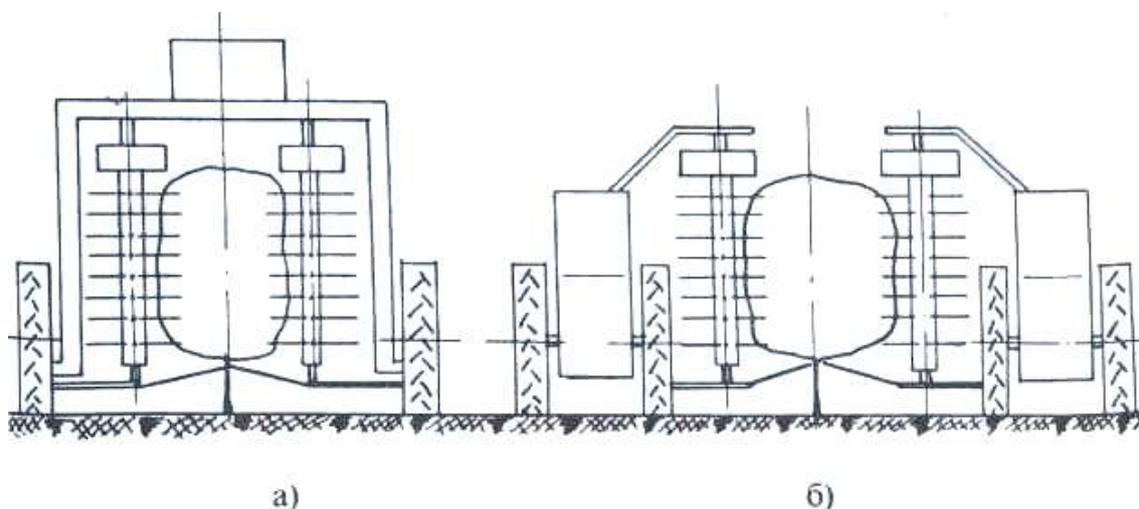


Рис. 5.40. Возможные схемы исполнения облепихоуборочной машины: а – порталное; б – двухагрегатное

На рис. 5.40 хорошо просматривается способ уплотнения деревьев при уборке плодов облепихи. Такое возможно только при одноштабных деревьях облепихи.

В кустообразных насаждениях уплотнить куст, чтобы до максимума исключить безвозвратные потери плодов, затруднительно. Поэтому агротехнический фон необходимо готовить для механизированной уборки, а также внедрить прием опрыскивания деревьев с урожаем за 10-12 дней до уборки дефолиантами, ослабляющими прочность связи плодоножки с ветвью и плодами.

Возможно, в связи с механизацией уборки облепихи, придется пересмотреть существующие схемы посадки облепихи. В междурядьях должен быть свободный просвет для проезда машины шириной не менее 2 м.

Широкое внедрение облепихоуборочных машин непрерывного действия будет зависеть также от наличия в садах одноштабных деревьев.

Небезынтересным является вопрос по внедрению в производство луговых облепиховых садов, что позволило бы осуществлять уборку урожая путем среза всей вегетативной части (на определенной высоте от поверхности почвы) с последующим обмолотом урожая в стационарных условиях с полной утилизацией всех остающихся отходов (веточки и листья, смоченные облепиховым соком и др.) для производства витаминной муки, спиртовых бальзамов, зеленого облепихового масла и т.п.

5.4. Способ уборки урожая облепихи методом среза плодоносящих побегов

Вопрос о возможности уборки урожая облепихи методом среза плодоносящих побегов с последующим обмолотом плодов в стационарных условиях и утилизацией оставшихся отходов до настоящего времени остается дискуссионным. Одни ученые и специалисты рекомендуют применение подобного способа уборки, другие – категорически против, третьи – допускают такой способ, но при определенных условиях.

Примерно подобное положение наблюдается в вопросе о возможности обрезки облепиховых деревьев вообще. Одни считают, что так как урожай облепихи формируется на двухлетних приростах, то обрезка в принципе противопоказана облепиховым деревьям, другие полагают, что формировать деревья необходимо, следовательно их надо и обрезать, третьи настаивают только на вырезке засохших ветвей без повреждений остальных частей живого облепихового дерева.

Все высказанные выше соображения касаются культурных плантаций облепихи.

Ниже изложены некоторые точки зрения ученых селекционеров и агротехников по затронутой выше проблеме.

М.Н. Бородачев предложил способ уборки урожая облепихи срезом плодоносящих ветвей (Авт. свид. № 906431, БИ № 7, 1982. Приоритет от 13.10.1980).

Отрицая уборку урожая облепихи путем срезки ветвей с плодами машинами по принципу «лугового сада», автор утверждает, что предлагаемый им способ обеспечивает сохранение ежегодного плодоношения. Это, по мнению автора, достигается тем, что срезают ветви, длины плодоносящих частей которых не меньше суммы длин их годовых побегов. Предполагается, что выборочная срезка осуществляется ручными секаторами. При этом срезают початки без прироста или со слабыми побегами, по суммарной своей длине не превышающими двухлетнюю плодоносящую часть ветви с плодами. Срезанные початки сборщик укладывает в тару и, по мере ее заполнения, она отвозится к месту переработки или хранения.

Автор утверждает, что за смену один рабочий собирает от 100 до 125 кг початков. Оставшиеся на ветвях дерева плоды собираются вручную (например, ошмыгивая их крючками или другим способом).

А.М. Михеев и В.И. Деменко допускают, при определенных условиях, уборку плодов облепихи и методом среза слепых початков [67].

Известный ученый Ж.И. Гатин [43], анализируя существующие способы уборки плодов облепихи, особо останавливается на уборке плодов путем облома ветвей с плодами.

Он в частности пишет: «На Алтае, в низовьях реки Катунь и по Оби население собирает облепиху, обламывая и вырубая многолетние ветви».

Вместе с тем автор отмечает, что сбор плодов путем ломки (вырубки) веток является нерациональным, хищническим способом, наносящим большой ущерб естественным зарослям облепихи. Он приводит к резкому снижению урожайности, так как поврежденные ветки и кусты не плодоносят впоследствии в течение двух лет. Если же сбор урожая ломкой ветвей начинают в молодом возрасте растения, то последнее постоянно остается в периоде усиленного роста, не достигает зрелого возраста и никогда не дает высоких урожаев, присущих хорошо развитым деревьям облепихи.

Кроме того, как отмечает автор, ломка и рубка ветвей приводит к преждевременному отмиранию куста, а следовательно, к сокращению площадей и даже к полному уничтожению отдельных очагов произрастания облепихи. Ко всему этому следует добавить, что при такой эксплуатации естественных насаждений в первую очередь уничтожаются наиболее привлекательные для сборщиков формы – урожайные, крупноплодные, обладающие хорошим вкусом плодов.

Далее автор заявляет, что проблема сбора урожая облепихи требует радикального ее решения. Без этого трудно внедрять облепиху в садоводство, трудно поднять продуктивность дикорастущих зарослей. Поэтому автор уделял особое внимание вопросам, связанным с техникой сбора урожая.

Автор провел большое число хронометражных работ по установлению производительности труда при уборке облепихи. Он установил, что на отборных формах облепихи при урожае на дереве 15 кг можно собрать от 7,4 до 14,3 кг плодов за 8 ч, на рядовых формах с урожаем 5 кг на дереве сборщики собирают от 5,3 до 6,5 кг за 8 ч. Из этого автор делает однозначный вывод, что «при такой затрате ручного труда культура облепихи на больших площадях на промышленных плантациях нерациональна и неприемлема».

Одновременно Ж.И. Гатин провел большую серию опытов на многих рядовых формах облепихи со средним урожаем на каждом дереве 5 кг по уборке облепихи методом стрижки садовыми ножницами двухлетних ветвей с урожаем, что позволило собирать одному сборщику за 8 час. от 47,8 до 75,2 кг плодов (норма 60 кг).

Учитывая сложность и трудоемкость ручного сбора плодов, автор приходит к выводу, что «можно убирать плоды путем аккуратного среза двухлетних веток с плодами, применяя для этого садовые ножницы». При этом категорически не допускается срез трехлетних ветвей. На следующий год деревце облепихи будет иметь умеренный прирост, а на второй год урожай полностью восстановится, т.е. мы лишаемся урожая только на один год.

Далее автор указывает, что если урожай на дереве велик (отборные формы), то сборщики методом среза плодоносящих побегов могут убрать за смену до 150 кг плодов.

Способ сбора путем среза веток с плодами позволяет весь ворох заморозить, что обеспечит его длительное хранение без потери товарных качеств плодов. Однако, как предупреждает автор, такой способ допустим только с момента вступления облепихи в полное плодоношение (с третьего-четвертого года плодоношения). Автор утверждает, что срезая плодоносящие

ветки возраста полного плодоношения, деревья омолаживают и тем самым увеличивают производительный возраст растений.

Говоря о сборе плодов облепихи, другой известный ученый по облепихе Т.Т.Трофимов [84] пишет:

«Отсутствие механизации сбора плодов – основное препятствие при расширении площадей под облепихой в промышленных плантациях. Ручной сбор плодов целесообразен лишь на приусадебных участках».

Далее Т.Т. Трофимов еще раз подтверждает мнение многих селекционеров и агротехников, что при созревании плодов облепихи не образуется отдельного слоя клеток у места прикрепления плодоножки к материнскому растению (ветви), поэтому требуется значительное усилие для отрыва их (от 100 до 200 г на плод), что еще более усложняется при короткой плодоножке к кучном (плотном) расположении плодов. Из-за этого плоды трудно срывать. У спелых плодов при сборе вместе с плодоножкой, остающейся на дереве, сдирается часть кожицы и сок из плодов вытекает. Попадая на руку кислый сок вызывает зуд руки сборщика. Острые колючки еще более усложняют сбор плодов. Все это предопределяет низкую производительность сборщиков.

Далее Т.Т.Трофимов анализирует все способы уборки плодов в Сибири. Он категорически выступает против рекомендации Ж.И. Гатина по возможной уборке плодов облепихи методом среза двухлетней древесины с плодами, не затрагивая 3-х летнюю древесину.

Практика показала непригодность этого способа для широкого использования. Е.И. Машарина и Е.Е.Шишкина (1969 г.) считают недопустимой обрезку веток с плодами. Они утверждают, что «Даже обрезка только на двухлетнюю древесину, не задевая трехлетнюю, заметно сокращает продолжительность жизни кустов и резко снижает продуктивность. Многие кусты после обрезки уже на второй год засыхают.

Е.И. Пантелеева и В.В. Мочалов в работе [71] обстоятельно освещают вопрос возделывания облепихи в культурных насаждениях. Среди других сведений подробно изложены технологические операции по уходу за кроной и сбору урожая, т.е. операции крайне важные для создателей машин.

Освещая уход за кроной авторы пишут: «После посадки крону саженцев облепихи не обрезают, а несколько укорачивают лишь растения с одним стеблем, чтобы пробудить их к ветвлению и формированию многоствольного или одноствольного низкоштамбового куста. Такая форма кроны позволяет лучше использовать площадь питания растений, получать большой урожай, а также облегчает ручной сбор плодов облепихи. Нельзя формировать крону облепихи на высоком штамбе (более 20 см), так как это увеличивает затраты на формирование, снижает урожайность за счет уменьшения размеров кроны и затрудняет сбор плодов, поскольку увеличивается высота растений».

С этим высказыванием авторов механизаторы не могут согласиться, так как оно противоречит требованиям по механизированной уборке плодов (штамб дерева должен быть не менее 50 см – см. АТТ на машину для уборки облепихи).

Для изучения влияния степени обрезки на восстановление кроны и сумму однолетнего прироста авторами был заложен крупномасштабный опыт на 7 и 8-летних растениях сорта Дар Катуни.

Обрезка выполнялась на 3-летнюю древесину – срезано три годичных прироста полностью, с оставлением боковой ветви в мутовке, а также на 6-летнюю древесину – срезано шесть годичных приростов. Кроме того, были вырезаны усохшие веточки и побеги обогащения без обрезки живой древесины. Контролем служили растения без обрезки.

При обрезке 8-летних растений до 4-летней древесины с оставлением боковой ветви в мутовке значительно увеличилась Сумма однолетнего прироста за счет увеличения количества побегов. При обрезке на 6-летнюю древесину средняя длина приростов получена значительно больше (58,7 см), но количество развившихся побегов составляет всего 8,6% по сравнению с контролем. Объясняется это тем, что на старой древесине меньше спящих почек. Приросты из них появляются значительно позже. Такое же явление наблюдалось на Новосибирской плодоягодной станции в опыте с омолаживающей обрезкой 10-летних растений на 5 и 7-летнюю древесину. Волчковые побеги образовали непрочную крону, которая при первом же плодоношении разламывалась. В этих же вариантах наблюдалось подмерзание волчковых побегов и даже гибель растений, причем с увеличением возраста удаляемой древесины возрастала и гибель кустов.

При обрезке 7-летних растений на 3-летнюю древесину с оставлением и без оставления боковой ветви в мутовке сумма прироста различалась незначительно, но средняя длина побега во втором случае была на 24 см больше.

Сумма урожая с куста за 5 лет плодоношения была выше в варианте обрезки на 3-летнюю древесину с оставлением боковой ветви в мутовке. При полной обрезке на 3-летнюю древесину, кроме снижения урожайности, отмечено увеличение высоты растений, что является отрицательным фактором из-за трудности уборки урожая с высокорослых растений.

Корнесобственные растения, срезанные до уровня корневой шейки с целью омоложения, дали поросль, которая вступила в плодоношение на третий год после обрезки, дав средний урожай с одного растения 2,1 кг. Поросль появилась в ряду, вблизи корневой шейки срезанного растения, в междурядьях ее не было. Однако это не значит, что в условиях культуры облепиха утратила способность давать обильную поросль. Придаточные почки на корнях закладываются в значительном количестве, но не прорастают до тех пор, пока не обнажаются корни, на которых они закладываются.

Таким образом, из испытанных способов обрезки наиболее приемлема обрезка в 7-10-летнем возрасте на 3-летнюю древесину с оставлением боковой ветви в мутовке. Корнесобственные насаждения можно омолаживать за счет поросли, появляющейся после срезки надземной части растений. Эти выводы предварительны и требуют дальнейшего детального уточнения на разновозрастных растениях различных по силе роста сортов, обязательным приемом при выращивании облепихи является вырезка усохших после плодоношения побегов обогащения и мелких веточек. У основания побегов обогащения формируются очень мелкие спящие почки. После обрезки эти почки прорастают и дают побеги, плодоносящие в следующем году. Усыхающие крупные ветви также необходимо своевременно вырезать.

Если принять выводы авторов, показывающие возможность обрезки 7-10-летних деревьев на 3-летнюю древесину без ущерба для облепиховых деревьев, то становится непонятным почему инженерам не дают разрешение на уборку плодов облепихи методом среза плодоносящих побегов.

Кроме изложенного выше, авторами поставлены опыты по трем вариантам обрезки: ветви с плодами срезаны со всего растения полностью; ветви срезаны с плодами лишь в средней и нижней частях кроны; ручной сбор отдельных плодов.

На следующий год в варианте со срезкой ветвей с плодами секатором со всего куста плодоношения совсем не было. Сумма урожая за 4 года была на 23,7% выше в варианте с ручным сбором отдельных плодов. Даже очень аккуратная обрезка плодоносящих ветвей секатором отрицательно сказывается на продуктивности растений. При сильной степени обрезки снижается урожайность и отмечается массовое усыхание растений на следующий год после уборки урожая особенно в засушливые годы.

На основании этого, авторы делают следующий основополагающий вывод: применение способа срезкой 2-летних ветвей с плодами допустимо лишь с момента вступления облепихи в пору полного плодоношения.

ГЛАВА 6. ПЕРЕРАБОТКА ПЛОДОВ И ВЕГЕТАТИВНЫХ ЧАСТЕЙ ОБЛЕПИХИ

Переработка плодов облепихи является заключительной операцией при ее возделывании, обеспечивающей доход облепиховому хозяйству и позволяющей отчислять денежные средства на воспроизводство плантаций и развитие перерабатывающей базы.

Доказано, что эффективное использование облепиховых плантаций складывается из их разумного сочетания с перерабатывающими предприятиями, расположенными вблизи облепиховых садов.

В связи с этим, создание комплексных хозяйств по облепихе является одной из актуальных задач сегодняшнего дня. Примером такого хозяйства может служить Экспериментальное плодopитомническое хозяйство по облепихе (ЭППХО), а составе которого имеется ежегодно от 67 до 87 та плодоносящих плантаций и цех по переработке облепихи, который в 1997 г. изготовлял ассортимент продукции на основе облепихи 32 наименований.

Нужда в цехах по переработке облепихи, особенно в малых и средних сельскохозяйственных предприятиях, в настоящее время имеется, ибо; некоторым облепиховым хозяйствам приходится возить собранный урожай на ближайшее перерабатывающее предприятие, расположенное порой на расстоянии от сада в пределах 40-50 км, что экономически невыгодно.

Практика строительства цехов малой мощности показывает, что до 90% оборудования можно подобрать из серийно изготавливаемых машин пищевого назначения и лишь установку для экстрагирования и машину для измельчения семян облепихи приходится заказывать индивидуальную, в зависимости от способа получения облепихового масла и других особенностей облепихового хозяйства.

Установки малой мощности по получению экологически чистого облепихового масла при экстрагировании рафинированным растительным маслом на 6, 8 и 12 емкостей разработаны ВИСХОМом и изготовлены в г. Москве на предприятиях ВПК.

В последние годы проведены широкие опыты по производству различных бальзамов на основе вегетативных частей облепихи в сочетании с некоторыми лекарственными растениями.

Ниже приведено краткое описание работ по переработке облепихи и ее вегетативных частей, выполненных в Российской Федерации.

6.1. Технология и оборудование получения облепихового масла при экстрагировании рафинированным маслом

Ю.А. Кошелев и Л.Д. Агеева в работе [71] описали опыт работы Бийского витаминного завода Алтайского края по переработке плодов облепихи. Бийский витаминный завод первым в СССР начал промышленное производство облепихового масла. Он встретился с рядом трудностей, которые были успешно преодолены под руководством директора завода Ю.А. Кошелева.

Первые опытно-промышленные испытания различных вариантов комплексной переработки плодов облепихи проведены на Бийском витаминном заводе в 1949-1955 гг.

Первоначальные варианты схем переработки плодов дали низкий выход облепихового масла.

Были апробированы указанные ниже способы получения масла:

1. Извлечение масла многократной промывкой водой дробленых плодов с последующим прессованием в корзинчатом прессе или специальном пресс-экстракторе под давлением;
2. Выделение масла на суперцентрифуге из пюре, полученного на протирачной машине;
3. Отжатие масла из сухого жома плодов облепихи на прессе;
4. Экстрагирование масла из сухого жома летучими органическими растворителями – бензином, петролейным эфиром, дихлорэтаном и др.

Первые три способа не оправдали себя ввиду низкого выхода масла. Четвертый способ оказался трудно осуществимым в производственных условиях в связи со сложностью полной отгонки органического растворителя.

В 1955 г. был разработан и внедрен в производство на Бийском витаминном заводе способ извлечения масла из высушенных плодов облепихи с помощью рафинированного подсолнечного (кунжутного) масла.

В основу способа положено свойство взаимного растворения растительных масел в любых количественных соотношениях. Для обогащения продукта диффузии облепиховым маслом использован принцип противотока, который в производственных условиях был осуществлен применением многочисленной батареи диффузоров.

Технологическая схема комплексной переработки облепихи включала следующие стадии:

- дефростацию замороженных плодов, собранных в зимнее время;
- отделение первого сока прессованием;
- многократная промывка жома водой;
- декантация отстоявшегося от сока прессового облепихового масла;
- очистка сока;
- выпаривание сока для получения сгущенного экстракта;
- сушка жома;
- диффузионное извлечение облепихового масла;
- смешивание диффузионного и прессового масел;
- розлив в тару;
- извлечение из продуктов отхода отработанного растворителя с целью повторного использования в цикле диффузии.

Для отжатия сока плодов использовались корзинчатые прессы типа виноградных; дробление плодов после первого отжатия осуществляется на дробилке КПД-3М. Измельчается только плодовая оболочка (кожица), семена дроблению не подвергаются.

Плоды, окончательно отжатые от сока, так называемый жом, высушивались на паровой конвейерной сушилке ПКС до остаточной влажности 5-7%.

Процесс диффузионного извлечения масла осуществлялся в батарее диффузоров по замкнутому циклу.

В диффузоры загружают жом облепихи и подогревают растворителем – подсолнечным маслом. Через определенный промежуток времени растворитель, частично обогащенный облепиховым маслом, перекачивают в следующий диффузор для дальнейшего обогащения, а в первый диффузор подают свежую порцию растворителя (подсолнечного или другого масла).

Процесс повторяют многократно в зависимости от числа диффузоров батареи.

В результате с головного диффузора сливают порцию диффузионного облепихового масла, а хвостовой диффузор, в котором жом практически не содержит облепихового масла, освобождают для загрузки свежего жома. Свободное масло с хвостового диффузора возвращают в цикл диффузии.

Отработанный жом, содержащий до 50% растворителя, подвергают отжатию на прессе – экспеллере. Полученный при этом жом используют в животноводстве как кормовую добавку, содержащую жиры, белки, микроэлементы и витамины, повышающие продуктивность всех видов животных и птиц.

Отработанное масло, выделенное на экспеллере, очищают от фузы и возвращают в цикл диффузии. При необходимости, в случае повышенной кислотности, масло подвергают нейтрализации с последующей промывкой водой.

Диффузионное масло фильтруют с целью отделения механических примесей, купажируют (смешивают) с прессовым и расфасовывают.

Очищенный сок облепихи используют для получения сгущенного сиропа.

По мнению специалистов Бийского витаминного завода принятая у них технологическая схема обеспечивает комплексную переработку сырья.

При этом некоторые ученые Сибири утверждали, что у них обоснована необходимость переработки свежемороженых плодов облепихи, собранных с кустов в зимний период. Целесообразность такой заготовки специалисты объясняли тем, что замороженные плоды удобнее снимать с куста и проще перерабатывать в производстве. В качестве аргумента в пользу зимнего сбора приводились данные об увеличении содержания масла и каротина в плодах почти в 2 раза от уровня ботанической зрелости. Однако, по мнению специалистов завода, это не соответствует действительности.

В статье прямо указано: «Наш многолетний опыт работы с облепихой показал, что свежемороженые плоды практически не отличаются по содержанию масла и каротина от свежих плодов в период их технической спелости, т.е. в момент максимального накопления масла и каротина».

Заготовка плодов в зоне Бийского витаминного завода начинается с конца августа. К этому времени, как правило, плоды еще не достигают максимума по содержанию масла и каротина. Однако, промедление с началом уборки урожая может привести к нежелательным последствиям: как показала практика, большая часть урожая через 1,5-2 недели после созревания может быть уничтожена птицами.

Необходимость заготовки плодов облепихи в кратчайшие сроки ставит перед заводом вопрос об их немедленной переработке в сухой жом, который может храниться длительное время без потери своих товарных качеств.

С целью интенсификации процесса первичной переработки плодов, т.е. отжатия сока и сушки жома, в конце 70-х годов на Бийском витаминном заводе были внесены некоторые изменения в аппаратурно-технологическую схему.

Так, отжатие плодов в две стадии с промежуточным дроблением было заменено одностадийным отжатием с предварительным дроблением. При этом свободный сок, который имеет место в транспортной таре, отбирают насосом до прессования.

Была исключена также трудоемкая операция по промывке сырого жома водой, так как многочисленные анализы показали, что диффузионное масло, полученное из непромытого жома, имеет кислотность в пределах, требуемых нормативно-технической документацией.

В связи с изложенным, заводу потребовалось новое высокопроизводительное оборудование для отжатия сока.

Апробация различного оборудования (шнековый пресс, фильтрующие центрифуги, пакетные прессы) показала, что наиболее приемлемым устройством, взамен корзинчатых прессов, для отжатая сока являются фильтрующие центрифуги, которыми и были оснащены усовершенствованные линии для производства облепихового масла.

Далее авторы статьи указывают, что в технологическом отношении свежие плоды облепихи несколько уступают свежемороженым плодам. У свежих плодов затруднена сокоотдача, большое количество мякоти переходит в сок, что осложняет дальнейший процесс его очистки. Необходимость извлечения плодовой мякоти из сока обусловлена наличием в ней масла. Таким образом потери масла с соком определяются тем, насколько полно удалось собрать (выделить) мякоть из сока.

Анализ технологии получения облепихового масла на Бийском витаминном заводе показал ее высокую работоспособность и эффективность.

Для облепиховых хозяйств, имеющих от 50 до 80 га плодоносящих плантаций облепихи может быть рекомендована технология, применяемая в Экспериментальном плодпитомническом хозяйстве по облепихе (ЭППХО).

По более чем по 20-летним данным ЭППХО из 1 тонны убранного урожая облепихи можно получить: 700 кг первичного сока (самотека); 110 кг высококонцентрированного сока, так называемой второй выжимки, получаемой из влажного жома с мякотью плодов; 190 кг влажного, отжатого от сока, жома, состоящего из кожицы ягод и семян с небольшим количеством мякоти ягод.

Из 190 кг влажного жома получают около 60 кг сухого жома, переработка которого на облепиховое масло позволяет получить от 50 до 60 кг масла с малым числом каратиноидов - от 35 до 50 мг%. При необходимости получать масло с большим числом каратиноидов (стандартное облепиховое масло имеет число каратиноидов в пределах 180 мг%), общее количество получаемого на выходе масла будет меньше – порядка 30 кг.

Изучение опыта переработки облепихи, в частности на облепиховое масло, показал, что в некоторых регионах России имеются цеха по переработке облепихи.

Взяв за основу цех по переработке облепихи ЭППХО и учтя опыт работы других подобных цехов, ниже изложены основные технологические операции и перечень машин для их осуществления, что может, по нашему мнению, претендовать на типовой цех по переработке плодов на облепиховое масло [35].

Основные технологические операции по производству облепихового масла приведены в таблице 6.1.

Все машины, указанные в табл. 6.1., кроме линии для приготовления облепихового масла и измельчителя семян, могут быть подобраны из машин пищевого назначения, находящихся на серийном производстве.

На рис. 6.1. показана принципиальная схема цеха для приготовления облепихового масла (масляного концентрата).

На рис. 6.2. показана рекомендуемая схема размещения машин и оборудования в цехе для переработки облепихового сырья на масло.

Главной машиной цеха по переработке облепихи является линия для производства экологически чистого облепихового масла,

Общий вид линии на 8 емкостей для производства облепихового масла показан на рис. 6.3.

Линия предназначена для приготовления облепихового масла (поливитаминного экстракта) из сухого измельченного облепихового жома, содержащего кожицу ягод и семена, или зеленого облепихового масла из вегетативных частей облепихи (листья и однолетние приросты)

экстракционным способом с использованием рафинированного растительного масла. Она может быть использована для получения экстракта из других измельченных ягод или из измельченного лекарственного сырья.

Таблица 6.1. Основные технологические операции и перечень некоторых машин и оборудования для производства облепихового масла

№№ п/п	Технологические операции	Предлагаемые машины и оборудование
1.	Дробление и разделение сырья на 2 фракции: - сок; - кожица с семенами	Дробильно-протирочная машина. Гидравлический пресс. В случае уборки урожая пневмовакуумными машинами разделение сырья осуществляют простыми фильтрами
2.	Отжим концентрированного сока из влажного жома	Гидравлический пресс. Центрифуга
3.	Сушка жома	Сушилки периодического или непрерывного действия, применяемые для сушки растительного сырья, овощей, фруктов, ягод
4.	Дробление жома	Дробилки зерна, молотковые дробилки, мельницы и т.п., способные раздробить семена облепихи. Специальная машина ИСО-100 для измельчения семян облепихи
5.	Приготовление облепихового масла	Специальная линия для приготовления облепихового масла, экстрагирование в которой осуществляется рафинированным растительным маслом
6.	Отжим облепихового масла из шрота	Отжим осуществляется машинами, указанными в технологической операций № 2
7.	Сушка шрота	Сушка осуществляется машинами, указанными в технологической операции № 3

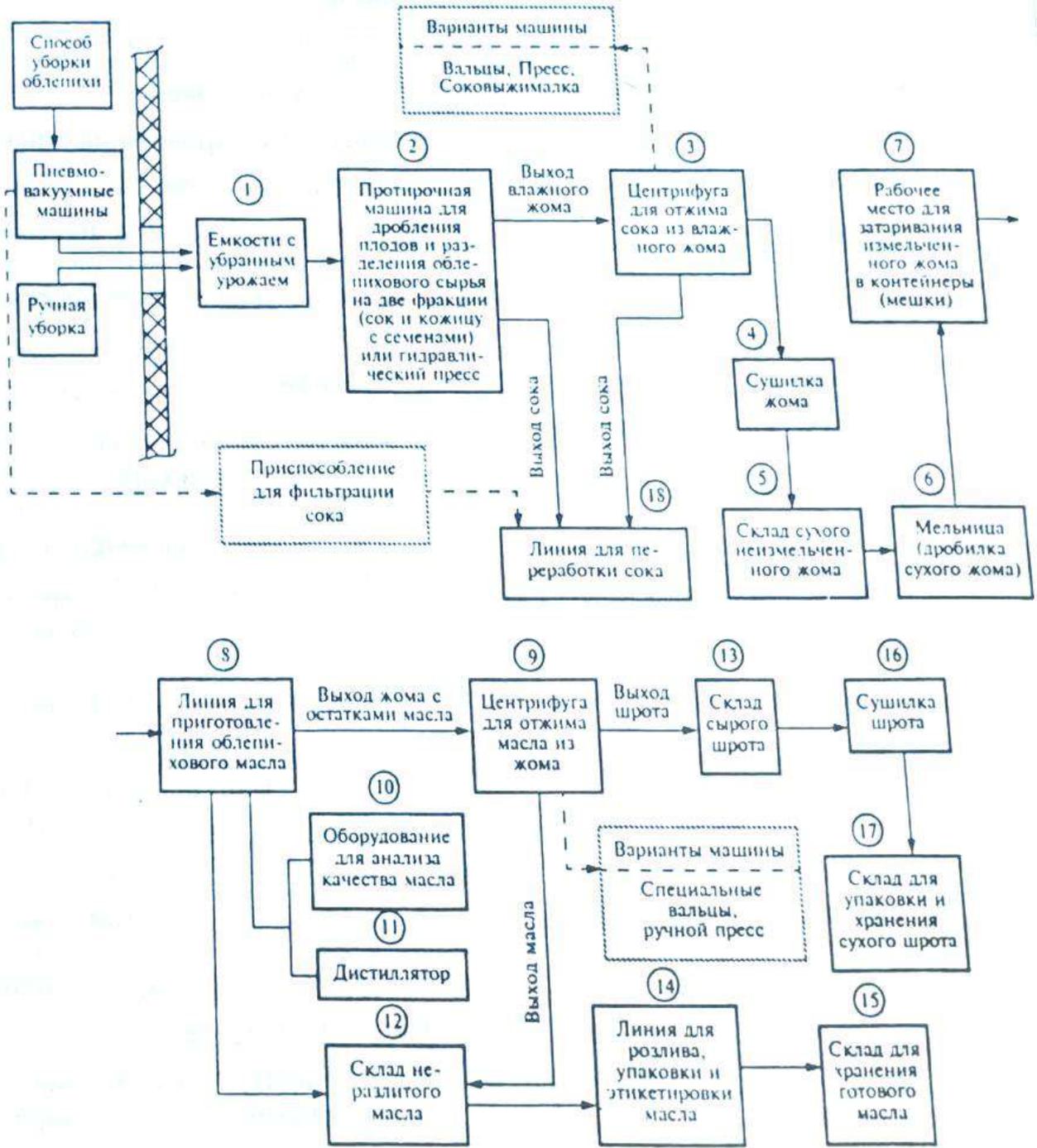


Рис. 6.1. Принципиальная схема цеха для приготовления облепихового масла (масляного концентрата)

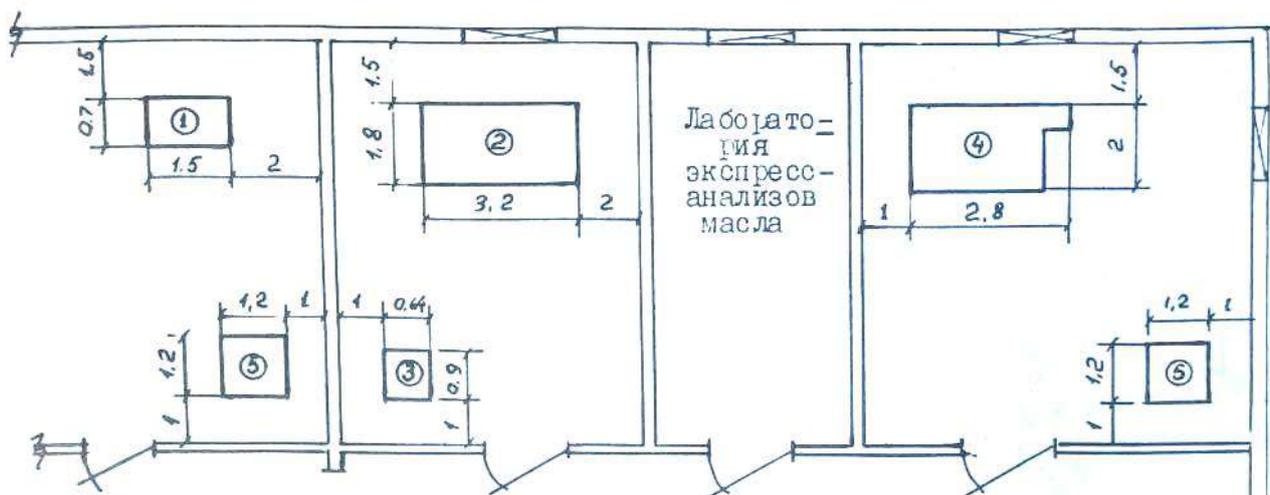


Рис. 6.2. Рекомендуемая схема размещения машин и оборудования в цехе для переработки облепихового сырья на масло (размеры машин в метрах – ориентировочные):

- 1 – машина для разделения облепихового сырья на две фракции; 2 – сушилка; 3 – дробилка;
- 4 – линия (установка) для приготовления облепихового масла; 5 – машина для отжима сока из дробленого сырья и из шрота

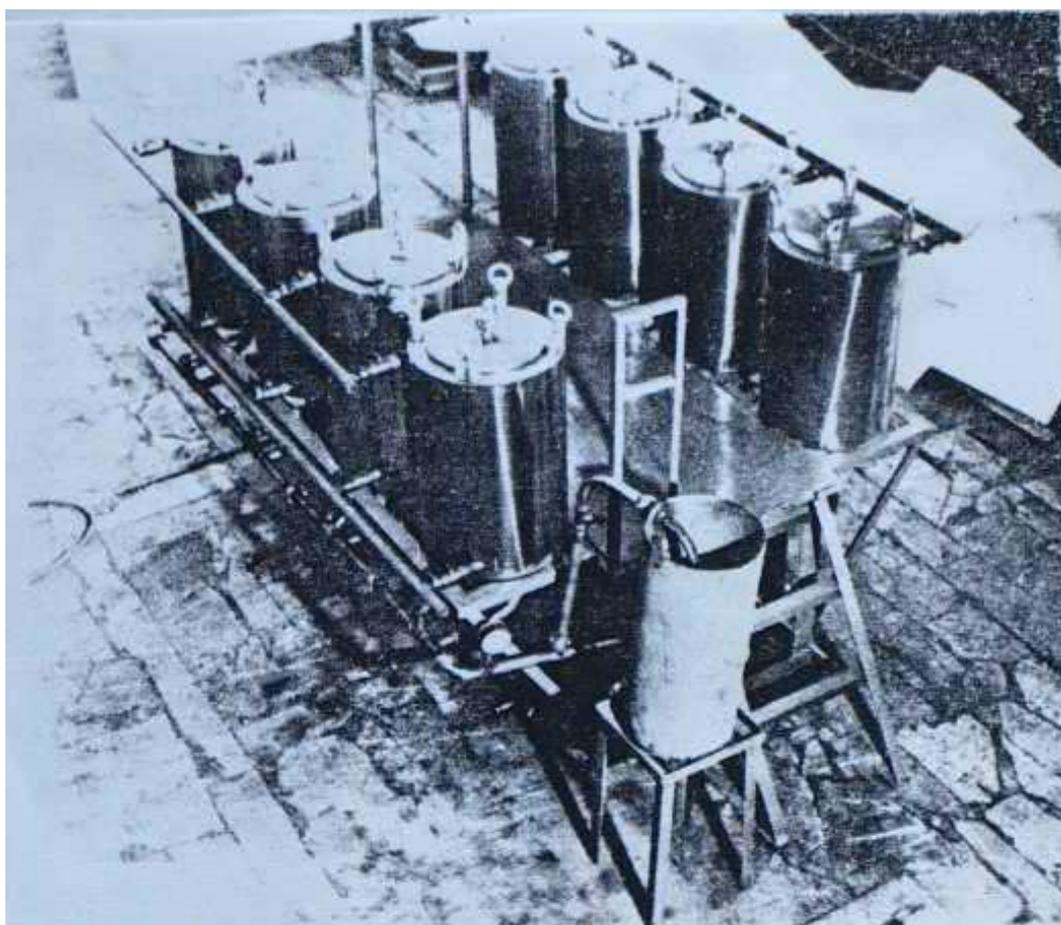


Рис. 6.3. Общий вид линии на 8 емкостей для производства экологически чистого облепихового масла

Основные технические данные линии

Тип линии	стационарный
Тип привода насосной станции	электрический
Количество емкостей (экстракторов), шт.	4; 6; 8 или 12
Емкость экстрактора, л	50
Вместимость мешка для сухого измельченного компонента, кг	12
Давление масла в рабочем контуре, атм.	1,5-2,0
Температура воды (пара) в контуре обогрева, АС	60-70
Время экстрагирования в одной емкости, ч	от 12 до 24
Остаток масла в шроте после экстрагирования, %	не более 3 (наблюдалось до 5)
Марка применяемого для экстрагирования масла	рафинированное, дезодорированное подсолнечное масло (ГОСТ 14083-68)
Производительность, кг/сутки	в зависимости от количества емкостей, времени экстрагирования и качества сырья (для расчетов может быть принято 80; 120; 160 и 240 кг)
Масса линии, кг	в зависимости от количества емкостей (1200; 1400; 1600 и 1800)
Габаритные размеры линии с 8-ю емкостями, мм	
длина	2300
ширина	1850
высота	1700

Линия состоит из следующих основных сборочных единиц: рамы; гидростанции с насосным агрегатом и баком для рафинированного масла; системы трубопроводов с кранами для подачи рафинированного масла в емкости (экстракторы); системы трубопроводов с кранами для подачи горячей воды в водяную рубашку емкостей (экстракторов), снабженных специальной теплозащитой; емкостей с кожухами, снабженных приспособлениями для установки в них контейнеров из мешковины (рогожки) с сухим жомом и других вспомогательных узлов.

Управление линией осуществляет один оператор.

Наиболее важным и ответственным узлом линии является емкость (экстрактор), устройство которой будет видно ниже при описании работы технологической линии.

Все узлы и детали линии, соприкасающиеся при работе с продуктами переработки, выполнены из антикоррозионных материалов (нержавеющая сталь, бронза).

Технологическая схема работы линии показана на рис. 6.4.

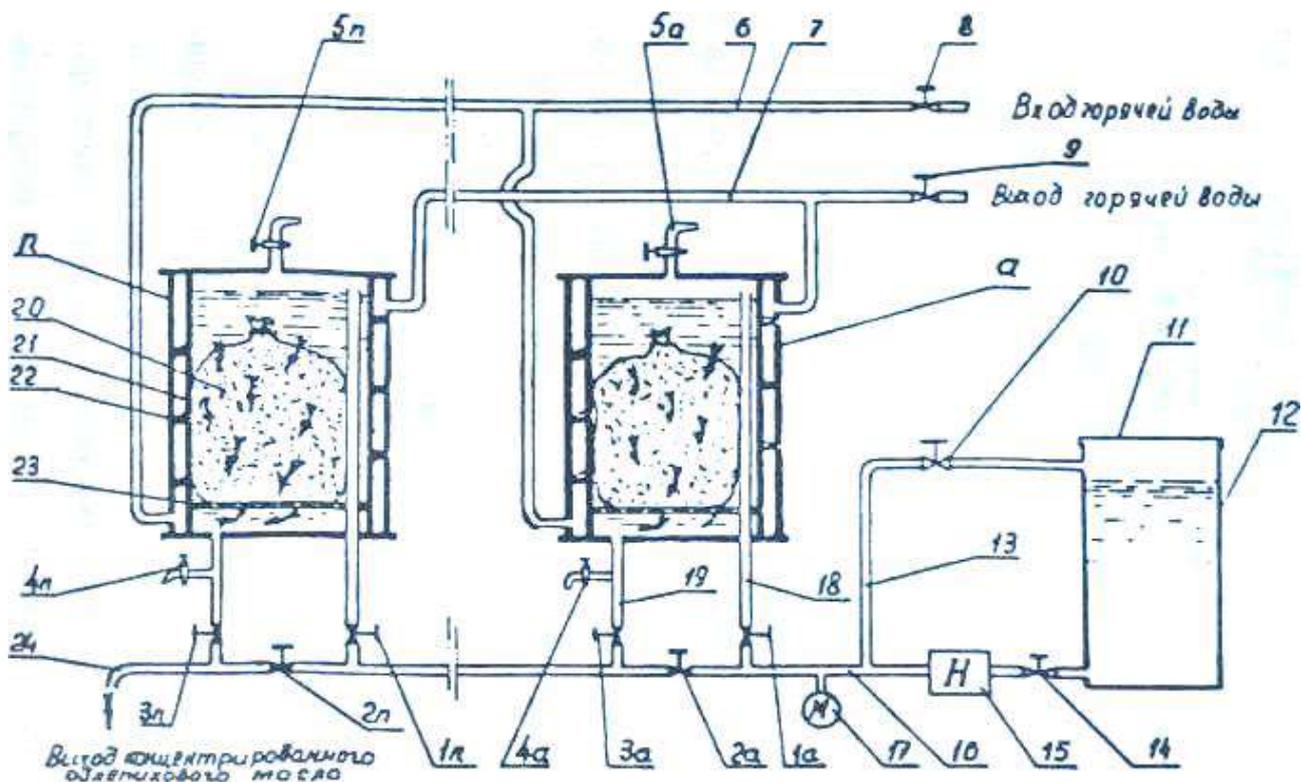


Рис. 6.4. Технологическая схема линии по производству облепихового масла:

а-п – емкости (экстракторы); 1а-1п – краны заполнения емкостей растительным маслом; 2а-2п – краны перекрытия центрального маслопровода; 3а-3п – краны слива готового продукта; 4а-4п – краны взятия проб для анализа; 5а-5п – краны сообщения емкостей с атмосферой; 6, 7 – обводящий паропровод (водопровод горячей воды); 8, 9 – краны для регулировки и прекращения подачи тепла; 10 – перепускной кран; 11 – крышка заборной емкости; 12, 13 – перепускной трубопровод; 14 – кран; 15 – насосная станция; 16 – центральный маслопровод; 17 – манометр; 18, 19 – патрубки наполнения и слива; 20 – контейнер для жома; 21 – водяная (паровая) рубашка; 22 – спираль; 23 – решетки; 24 – сливной патрубок

Линия поступает в хозяйства, собранная крупными узлами.

Перед вводом ее в эксплуатацию необходимо линию собрать, подтянуть крепеж, проверить крепление насоса к раме, убедиться в полной герметизации всех кранов и соединительных элементов на трубопроводах.

Рекомендуется опрессовать все элементы линии, включив ее в работу, используя для этого воду. После проверки всех соединений, убедившись, что они не подтекают, воду из емкости и трубопроводов удаляют.

Дальнейшая подготовка линии к работе в общем виде заключается в следующем:

- заполняют контейнеры из мешковины сухим измельченным жомом (примерно 12 кг жома в одном контейнере) и зашивают мешок нитками. Подлежит проверке при этом качество жома (он должен быть измельчен до размера частиц в пределах 0,2-0,4 мм, а семена должны быть обязательно раздроблены. Практика показала, что из целых семян можно получить 4-4,5% экстракта от массы семян, дробленные семена обеспечивают выход в пределах 9-10% экстракта);

- открывают крышки емкостей;

- устанавливают контейнеры с жомом в емкости (желательно, чтобы контейнер занял в емкости не более 80-85% от ее объема) и включают подогрев (температура подогрева от 60 до 70°C);
- закрывают крышки емкостей, открыв при этом верхние краны на крышках;
- заполняют заборную емкость растительным маслом, подогретым до температуры 60-70°C;
- включают масляный насос и заполняют все емкости растительным маслом. При начале выливания масла из верхних кранов, их перекрывают и продолжают подавать масло насосом в емкости до создания в них избыточного давления порядка 1,5-2,0 атм;
- выдерживают подобный режим в емкостях (давление 1,5-2,0 атм, температура от 60 до 70°C, но не менее 40°C) в течение 12-24 часов (в зависимости от качества жома);
- проводят регулярные экспресс-анализы насыщения растительного масла облепиховым маслом. При достижении необходимой концентрации облепихового масла оно сливается из емкостей;
- открывают крышки емкостей, вынимают контейнеры с отработанным жомом и отжимают из него остатки облепихового масла, а сам шрот либо используют для подкормки молодняка животных и птиц, либо сушат и затем используют периодически для тех же целей.

Выше описан общий принцип работы технологической линии.

Вместе с тем возможны самые различные сочетания работы емкостей, т.е. возможно получать готовое облепиховое масло из группы емкостей (например, из четвертой емкости) или из последней емкости, или сразу из всех.

Имеющаяся на линии система трубопроводов и кранов позволяет обеспечить любой, желаемый в хозяйстве, вариант ее работы.

Нашими исследованиями установлено, что линия может работать в 3 вариантах;

- выпуск облепихового масла одновременно из всех емкостей – в этом случае облепиховое масло будет иметь число каротиноидов в пределах 40-50 мг%;
- выпуск облепихового масла из третьей или четвертой емкости – в этом случае, пропуская насыщенное растительное масло через вторую, из второй – в третью емкость, из третьей – в четвертую и т.д. можно получить облепиховое масло с числом каротиноидов в пределах 150-180 мг%;
- выпуск масла из последней емкости, т.е. если насыщенное масло пройдет через все баки, в которых будет свежий жом, то в этом случае можно получить облепиховое масло с числом каротиноидов 220 мг% и более. С целью получения стандартного облепихового масла с числом каротиноидов 180 мг% высоконасыщенное каротиноидами облепиховое масло все равно придется купажировать (разбавлять) обычным растительным маслом.

Второй оригинальной машиной в цехе ЭПХО является измельчитель семян облепихи ИСО-100. Его описание приведено ниже в линии по получению экстрактов с помощью жидкой двуокиси углерода.

6.2. Технология и оборудование для получения облепиховых экстрактов с использованием гексана и диоксида углерода

В предыдущем параграфе описана технология получения экологически чистого облепихового масла с использованием в качестве экстрагента рафинированного растительного масла.

В качестве экстрагента могут быть использованы также фреон, хладон, гексан, сжиженные и сжатые газы, в частности, диоксид углерода и др. Экстракты, полученные сжиженными и сжатыми газами, повсеместно называют СО₂-экстракты.

Установки по производству облепихового концентрата (экстракта) с использованием гексана многие годы применяют в совхозе '«Облепиховый» (Респ. Бурятия) [89], облепиховые сады которого в 1991 г. превышали 1000 га.

Основными технологическими процессами при этом способе являются экстрагирование и очистка экстракта от остатков гексана.

Получение экстракта в совхозе «Облепиховый» осуществляют методом экстракции каротинов и каротиноидов, токоферолов и глицеридов жирных кислот, содержащихся в оставшемся, после отжима сока облепихи, жоме с помощью гексана с последующей отгонкой гексана из экстракта.

По данным совхоза «Облепиховый», при закладке в экстракторы (2 шт.) облепихового шрота (жомы) в количестве 40 кг и 52,8 кг гексана (общая масса 92,8 кг) на выходе получают 5,5 кг экстракта с числом каротиноидов 450 мг%, 40,4 кг отработанного шрота, 40 кг гексана – отгона и 6,9 кг гексана теряется (общая масса 92,8 кг). По опыту получения в совхозе экстракта процесс экстрагирования длится 13 ч 50 мин (в том числе, загрузка шрота – 30 мин, гексана – 30 мин; экстрагирование – 12 ч; выгрузка: шрота – 30 мин, гексана – 10 мин, экстракта – 20 мин; процесс очистки экстракта от остатков гексана длится 15 ч 40 мин (в том числе: загрузка – 20 мин; упарка – 12 ч; выгрузка – 20 мин; анализ – 3 ч). Технологический процесс получения экстракта осуществляется следующим образом (рис. 6.5.).

Экстрагирование. Перед началом процесса оборудование (экстракторы Р-1₁ и Р-1₂, вакуум-испаритель Р-5 и сборник-накопитель Сб-4) с помощью ватно-марлевого тампона проверяют на чистоту и сухость. В экстракторы загружают по 20 кг высушенного облепихового шрота.

В экстрактор Р-1₁ загружают 80 л (52,8 кг) гексана. Сразу же после заполнения гексаном экстрактора Р-1₁ его начинают, предварительно насыщенный маслом, сливать в испаритель Р-3, нагретый горячей водой до температуры 80-90°С. При этом должен быть открыт вентиль на линии поступления паров гексана от испарителя Р-3 к теплообменнику Т-2₁, а вентиль на линии к теплообменнику Т-2₁ должен быть закрыт.

Испаренный гексан, конденсируясь в теплообменнике Т-2₂, стекает на загруженный в экстракторе Р-1₂ облепиховый шрот.

Скорость слива насыщенного маслом гексана из экстрактора Р-1₁ и наполнение экстрактора Р-1₂ регулируют таким образом, чтобы слив и наполнение заканчивались одновременно.

После освобождения насыщенного маслом гексана из экстрактора Р-1₁, открывают вентиль на линии паров гексана от испарителя Р-3 к теплообменнику Т-2₁. Слив обогащенного маслом продукта осуществляют в теплообменник на экстракторе Р-1₁, обогащая таким образом экстракт целевым продуктом.

Контроль за процессом ведут визуально, ориентируясь на цвет экстракта, который, по мере насыщения, приобретает ярко-оранжевый цвет.

Из опыта получения экстракта в совхозе «Облепиховый» установлено, что операция экстрагирования на каждом экстракторе должна повторяться не менее трех раз.

Отогнанный гексан из экстрактора Р-1₂ сливают в бутылки и используют повторно на следующей операции экстрагирования.

Экстракт с примесью гексана извлекается с использованием вакуума из экстракторов и направляется в сборник-накопитель Сб-4 и далее, опять-таки с использованием вакуума, передается в вакуум-выпарной аппарат (вакуум-испаритель) Р-5 на очистку.

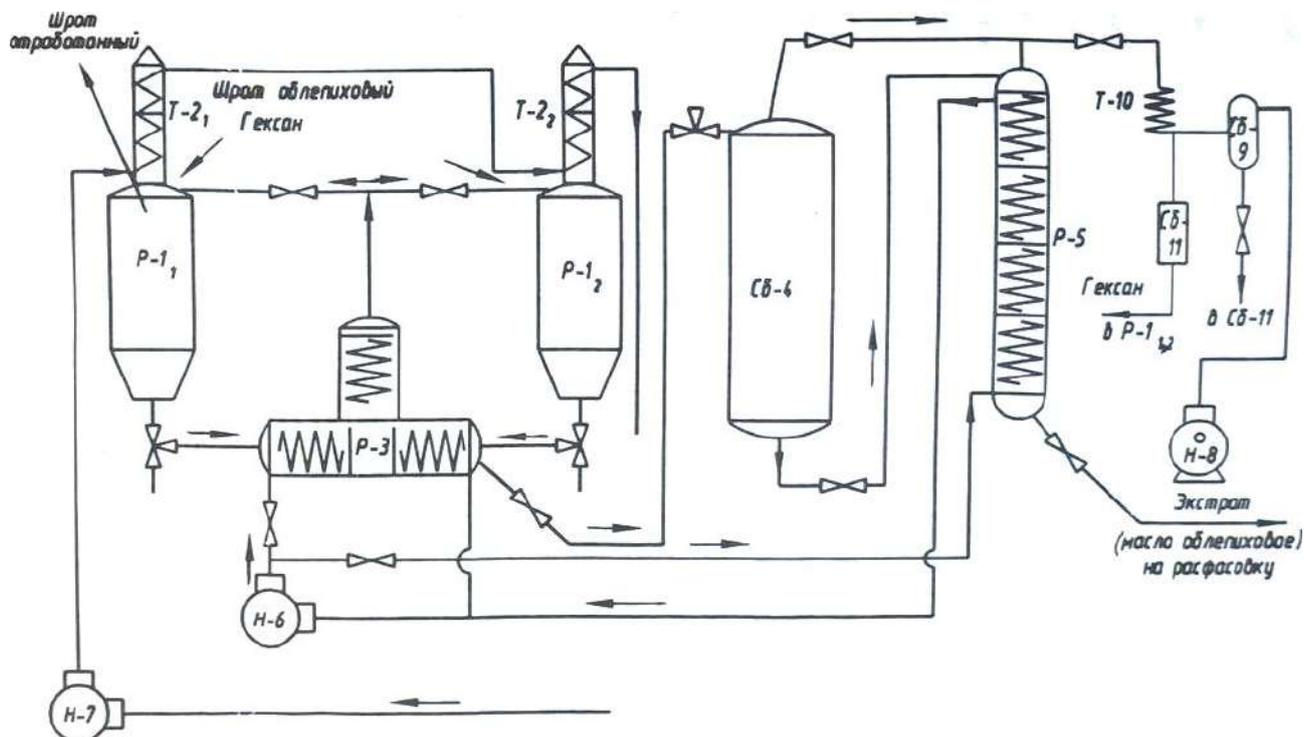


Рис. 6.5. Технологическая схема производства облепихового экстракта с использованием гексана:

- P-1₁ и P-1₂ – экстракторы (емкость каждого 100 л); T-2₁ и T-2₂ – теплообменники;
- P-3 – испаритель; Сб-4 – сборник технического продукта (с остатками гексана); P-5 – вакуум-выпарной аппарат (вакуум-испаритель); Н-6, Н-7 – насосы; Н-8 – масляный насос;
- Сб-9 – сборник-ловушка гексана, заполненная углекислотой; Сб-11 – сборник гексана;
- T-10 – теплообменник

Отработанный шрот выгружают через верх экстракторов P-1₁ и P-1₂ в бумажные мешки и передают в цех утилизации отходов.

Очистка. Из технического экстракта от двух операций экстрагирования в вакуум-выпарном аппарате P-5 (при температуре 60-70°C и остаточном давлении 50-60 мм. рт. ст.) в течение 12 ч отгоняют остатки гексана через теплообменник T-10 в сборник Сб-11. Гексан из сборника Сб-11, в количестве около 16,6 л с одной операции очистки, сливают в бутылки и вновь направляют на операцию экстрагирования.

Из вакуум-выпарного аппарата P-5 очищенный экстракт сливают в бутылки с предварительным отбором пробы на анализ качества готового продукта в соответствии с существующими требованиями на него. Выход экстракта с одной операции очистки составляет 12 л (11 кг); в пересчете на одну операцию экстрагирования 6 л (5,5 кг).

Выделять из растительного сырья, в том числе из облепихи, и сырья вторичной переработки лабильные биологически активные вещества (БАВ) и ароматизаторы можно экстракцией сжиженными и сжатыми газами, в том числе диоксидом углерода.

В работе [90] описано несколько подобных установок. Указано, что уже к 1987 г. в ряде зарубежных стран (Австрия, Англия, Германия, США и др.) функционировали промышленные установки по производству экстрактов из различного растительного сырья, получаемые с помощью диоксида углерода.

Применение сжиженных и сжатых газов для извлечения ценных компонентов имеет ряд преимуществ перед традиционными методами, в частности [90]:

- возможность селективной экстракции целевых компонентов;
- минимальное количество балластных веществ в экстрактах, что не требует дополнительной очистки;
- условия удаления растворителя при концентрировании мисцеллы позволяют сохранять лабильные и легколетучие компоненты.

Диоксид углерода, как сжиженный газ, безвреден для здоровья людей, обладает бактерицидными свойствами, определяющими его широкое применение в пищевой промышленности. С его помощью получают экологически чистую продукцию.

Сжатые газы хорошо экстрагируют ароматические и биологически активные вещества.

Диоксид углерода обладает низкой стоимостью и не дефицитен, запасы его не ограничены. Являясь отходом многих технологических производств, в том числе и при сжигании топлива, он может быть получен непосредственно на месте потребления.

К настоящему времени в мировой практике известно более 100 экстрактов, выделяемых из растительного сырья сжатыми и сжиженными газами. Большинство сырья перерабатывается в воздушносухом состоянии. Вместе с тем были получены хорошие результаты и при экстрагировании сочного (свежего) сырья, например, столовой зелени [90].

Среди большого числа сжиженных газов диоксид углерода наиболее подходящий экстрагент для большинства растительных объектов. Это ставит его в особое положение по отношению к другим сжиженным газам, которые используются как самостоятельно, так и в смесях CO_2 .

Под сжиженным газом понимается газ, который при нормальных условиях ($P = 101,3 \text{ кПа}$, $t = 20^\circ\text{C}$) находится только в газообразном состоянии. Переход в жидкое состояние происходит при охлаждении его ниже температуры насыщения при данном давлении. Таким образом, сжиженные газы при $t = 20^\circ\text{C}$ и выше могут находиться в жидком состоянии только при избыточном давлении, которые индивидуально для каждого газа.

Таким образом, при атмосферном давлении и комнатной температуре диоксид углерода существует только в газообразном состоянии. Под действием давления и температуры он легко сжижается. CO_2 не имеет вкуса и запаха, не горит и не поддерживает горение обычных горючих газов.

Жидкий диоксид углерода – хороший избирательный растворитель большинства ароматических веществ; вместе с тем он не растворяет соли, сахара, аминокислоты, липиды.

Экстракция с помощью сжиженных и сжатых газов является в настоящее время одним из основных технологических процессов отделения и разделения веществ. Этот процесс позволяет наиболее полно экстрагировать ценные продукты.

Ниже показан опыт авторов [39, 90, 91, 92] по извлечению экстрактов из растительного сырья с применением диоксида углерода.

На рис. 6.6. показана схема установки CO_2 для экстракции измельченного растительного сырья жидкой двуокисью углерода (название взято из паспорта на установку).

Основными узлами установки являются экстракторы, испаритель, конденсатор и сборники углекислоты.

Технологический процесс работы установки заключается в следующем.

Высушенное и измельченное растительное сырье затаривается в хлопчатобумажные мешки (мешки сверху зашиваются), которые загружаются в экстракторы. На экстракторы надевают (надвигают) самоуплотняющиеся люки (крышки) и в их полость под давлением подают газообразный CO_2 , что обеспечивает «запирание» люков (крышек).

Рабочую полость экстракторов также заполняют газообразной CO_2 . Затем в верхнюю часть экстракторов, из сборников углекислоты, самотеком подают растворитель (жидкую CO_2). После заполнения экстракторов жидкой CO_2 в них происходит настаивание сырья в растворителе – время настаивания зависит от вида растительного сырья, оно указано в регламенте на получение различных экстрактов.

По истечении времени экстракции мисцелла из экстракторов сливается в испаритель. Подачей горячей воды, температурой от 80 до 95°C, в рубашку испарителя доводят температуру мисцеллы в испарителе до 26-28°C и давление в нем до 7,0-7,2 МПа.

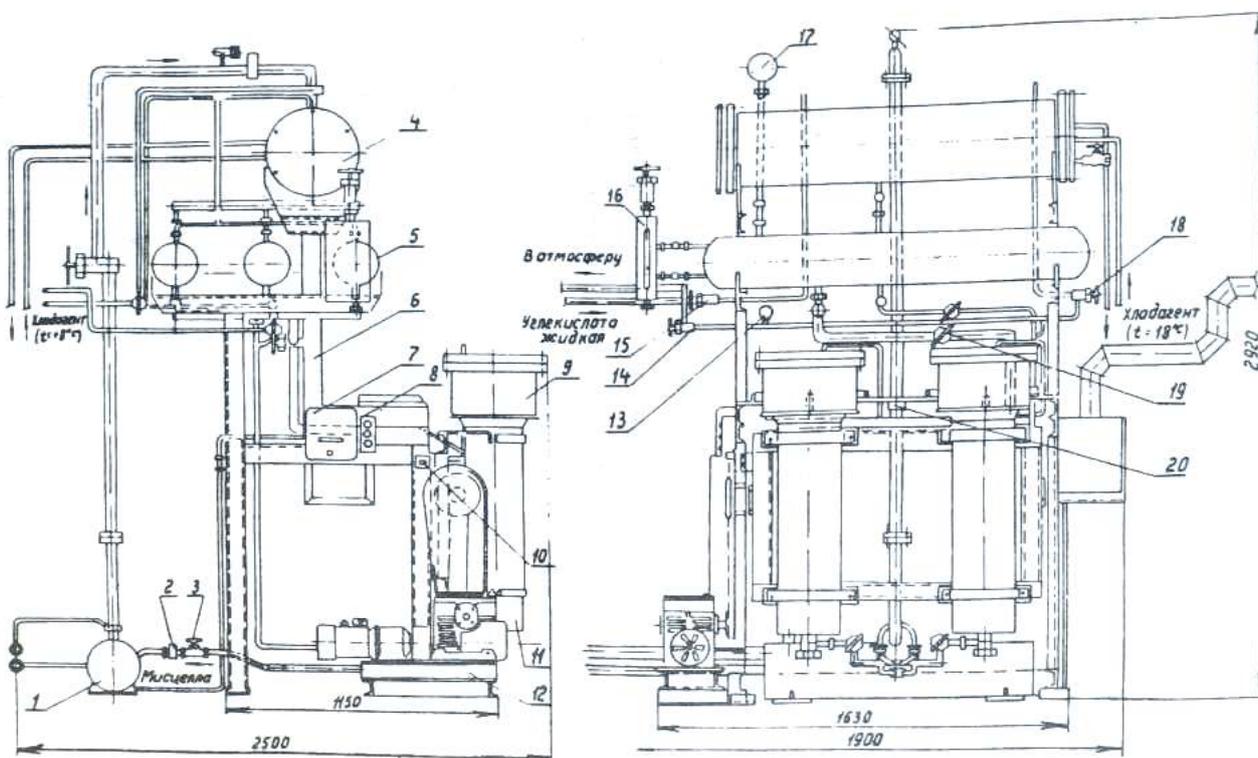


Рис. 6.6. Схема установки для экстракции измельченного растительного сырья жидкой двуокисью углерода:

- 1 – испаритель; 2 – смотровой фонарь; 3 – вентиль слива мисцеллы; 4 – конденсатор;
- 5 – сборник углекислоты; 6 – рама установки; 7 – распределительный щит; 8 – пусковая кнопка «вверх»; 9 – экстрактор; 10 – кнопочный выключатель типа ВКП2 112АУ2;
- 11 – самоуплотняющийся люк; 12 – станина; 13 – манометр; 14 – вентиль для отвода газообразной углекислоты; 15, 19 – вентили; 16 – указатель уровня; 17 – манометр;
- 18 – общий вентиль; 20 – пусковая кнопка «вниз»

При указанных параметрах в испарителе происходит кипение мисцеллы и испаряемая газообразная CO_2 поступает в конденсатор, где она вновь переходит в жидкое состояние за счет поддержания в рубашке конденсатора температуры воды (рассола) в пределах 7-8°C. Жидкая CO_2 стекает в сборники углекислоты. Таким образом, растворитель проходит по замкнутому циклу, многократно участвуя в процессе экстракции растительного сырья.

По окончании регламентного времени экстрагирования проточная экстракция прекращается путем закрытия вентиля подачи жидкой CO_2 в экстракторы.

После стекания всей мисцеллы из экстракторов в испаритель они отключаются от установки вентилями. Контроль за опорожнением экстракторов от мисцеллы осуществляют при помощи указателя уровня (смотрового фонаря). Кроме того, слив всей мисцеллы приводит к понижению давления в системе, происходящее из-за прекращения испарения CO_2 в испарителе.

После отключения экстракторов от установки, давление газообразной CO_2 из них сбрасывается – наблюдение за сбросом давления осуществляется по манометру. После сброса давления в экстракторе сдвигают люки (крышки) с экстракторов, специальным опрокидывающим устройством наклоняют экстракторы и выгружают отработанное сырье. Готовый продукт (CO_2 -экстракт) из испарителя перекачивается в емкость, из которой направляется на фильтрацию и фасовку.

Техническая характеристика установки CO_2

Производительность, кг/ч – 0,5-0,833 (в зависимости от вида сырья)

Продолжительность цикла, мин – 160-250 (в зависимости от вида сырья)

Рабочее давление в установке, МПа – 6,0-7,2

Материал аппаратов (экстракторы, испаритель) – нержавеющая сталь

Расход углекислоты на 1 кг сырья, кг – 0,7-1,0

Мощность электродвигателя опрокидывающего устройства, кВт – 0,37

Габаритные размеры, мм: длина – 1900, ширина – 2500, высота – 2920

Экстракторы (2 шт.):

емкость одного экстрактора, л – 30

температура процесса экстракции, °С – 20-27

диаметр внутренний, мм – 250

высота, мм – 1250

Испаритель:

рабочая среда – мисцелла (раствор экстракционных веществ в жидкой углекислоте)

емкость, л – 30

производительность по выпариваемой CO_2 , л/ч – 56

температура обогревающей воды, °С – 80-95

коэффициент заполнения – 0,8

Конденсатор:

рабочая среда – газообразная жидкая CO_2

емкость, л – 30

теплоноситель – рассол (раствор CaCl_2)

температура раствора, °С: на входе – 7-8, на выходе – 17-18

диаметр внутренний, мм – 325

длина, мм – 2130

Сборники углекислоты (3 шт.):

рабочая среда – жидкая CO_2

суммарная емкость сборников, л – 120

диаметр внутренний, мм л – 220

длина, мм – 1550

Установки CO_2 с начала девяностых годов изготавливали несколько организаций, в том числе в г. Краснодаре МП «Экспротех».

Одну из таких установок в 1992 г. закупила фирма «Облепиха» при МНТК «Микрохирургия глаза». Фирма «Облепиха» совместно с ВИСХОМ и НПП «Тангрис» при участии специалистов МГАУ провели сборку, наладку и апробацию установки при получении экстрактов из различного высушенного и измельченного растительного сырья, в том числе из семян облепихи, семян черной смородины, семян малины, чеснока, зверобоя, шиповника, ромашки, петрушки, эстрагона, тмина, укропа, мяты, душицы, лаванды и др.

НПП «Тангрис», являясь одним из ведущих в России предприятий по созданию и промышленному освоению технологических процессов углекислотной экстракции, а также промышленному производству и применению экстрактов в пищевой, парфюмерной и других отраслях промышленности, в том числе при производстве пива, безалкогольной продукции [39, 91, 92], в конце 1993 г. организовало в г. Москве самостоятельное производство установок CO_2 (рис. 6.7). Для изготовления аппаратов, работающих под давлением, были привлечены специализированные организации, в том числе организации ВПК; испытания аппаратов на герметичность выполняют организации «Котлонадзора»; общую сборку установок, их монтаж, наладку и сдачу в эксплуатацию осуществляет НПП «Тангрис».

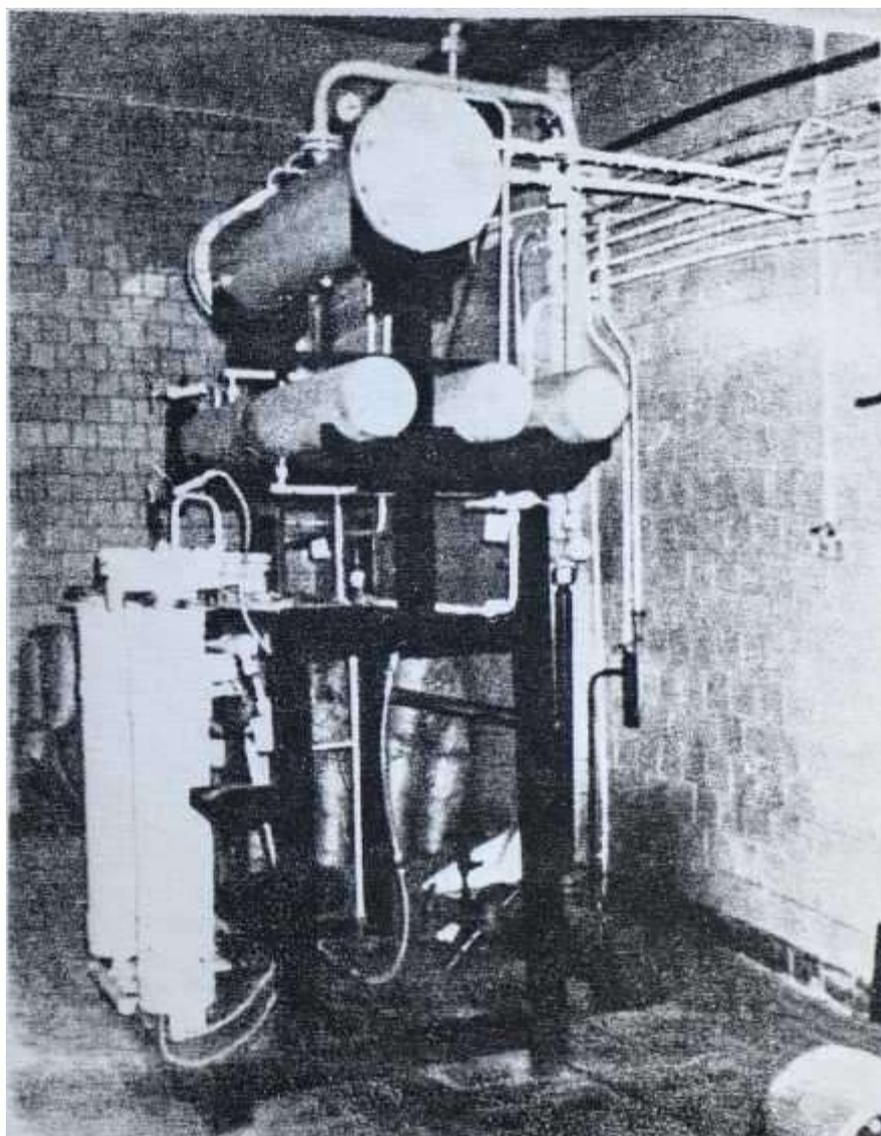


Рис. 6.7. Общий вид установки CO_2

Таблица 6.2. Технологические режимы экстракции диоксидом углерода некоторых видов растительного сырья

№	Наименование сырья	Время экстракции, мин.	Выход экстракта, %
1.	Виноградные косточки	70	4,0-4,8
2.	Гвоздика	90	18,0-20,0
3.	Зверобой	120	2,5-3,0
4.	Зубровка душистая	145	1,5-2,0
5.	Календула	100	1,7-2,3
6.	Кориандр посевной	120	3,0-3,5
7.	Облепиха сибирская	105	10-15
8.	Лаванда	130	7,0-12
9.	Лавровый лист	100	2,5-3,0
10.	Перец стручковый красный	120	6,0-8,0
11.	Перец черный горький	180	6,6-7,5
12.	Перец душистый	90	4,5-5,5
13.	Петрушка	90	4,0-5,0
14.	Полынь Сиверса	60	3,0-3,6
15.	Ростки ячменя	120	0,8-1,2
16.	Ромашка аптечная	210	2,0-5,0
17.	Тысячелистник	120	1,2-1,7
18.	Тмин обыкновенный	120	5,0-7,0
19.	Укроп пахучий	90	3,5-4,5
20.	Шалфей лекарственный	120	4,0-4,2
21.	Эстрагон	120	3,8-4,0
22.	Душица	110	5,0-6,0
23.	Семена черной смородины	130	5,0-6,0
24.	Эвкалипт	120	2,0-3,0
25.	Плоды шиповника	140	5,0-6,0
26.	Чеснок (50%) и перец (50%) стручковый красный жгучий	140	5,0-6,0
27.	Чеснок (50%) и инертный продукт (50%). Зародыши ячменя и пшеницы	140	5,0-6,0

В настоящее время на установках CO₂ производства НПП «Тангрис» получают более 30 видов различных экстрактов, в том числе из семян облепихи, петрушки, ромашки, эвкалипта, пихтовой хвои, шиповника, облепихи, черноплодной рябины, перца, гвоздики, кориандра, укропа, тмина, фенкеля, хмеля, виноградных косточек, зверобоя, лаванды, мяты, душицы, чеснока с перцем, чеснока с инертным продуктом (мука из зародышей ячменя или пшеницы) и др.

В России в настоящее время имеется ТУ на более чем 100 видов экстрактов из различного растительного сырья. Режимы экстракции и выход экстрактов из некоторых видов растительного сырья приведены в таблице 6.2.

По состоянию на 1.01.2000 г. CO₂-экстракты выпускают: завод экстрактов КНИИХП (г. Краснодар), НПП «Тангрис» (г. Москва), ОАО «АЙС-Фили» (г. Москва), ООО «Рассвет» (г. Краснодар), ООП «Ниутан» (г. Тула), ЗАО «Градиент» (Екатеринбург).

Оборудование для установок CO₂ производят НПП «Тангрис» (г. Москва), ООО «Эксградар» (г. Краснодар), ООО «Экспротех» (г. Краснодар), организации ВПК.

Для выполнения операции измельчения облепихового жома и семян ВИСХОМом разработана машина под наименованием Измельчитель семян облепихи ИСО-100 (рис. 6.8).

Измельчитель ИСО-100 предназначен для измельчения семян облепихи и сухого облепихового жома (кожица, семена, сухая мякоть).

В последующих испытаниях установлено, что он может быть использован также для измельчения зерна, сухих, нарезанных кубиками или ломтиками, картофеля и клубней топинамбура, сухих корней лекарственных растений и т.п.

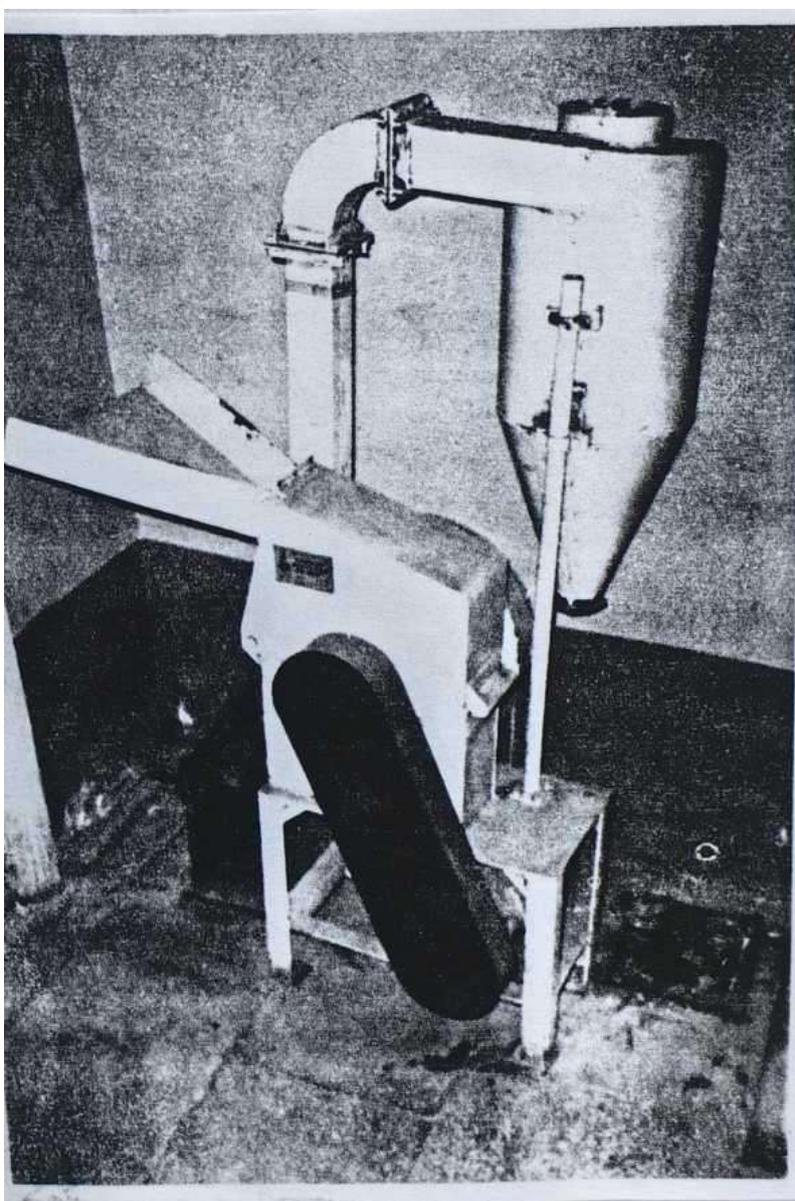


Рис. 6.8. Общий вид измельчителя семян облепихи ИСО-100

Техническая характеристика ИСО-100

Производительность, кг/ч	100-200
Частота вращения дробильного барабана, мин ⁻¹	2500-300
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Обслуживающий персонал, чел.	1
Габаритные размеры, мм:	
длина	900
ширина	640
высота	150
Масса, кг не более	150

Разработчик – ВИСХОМ

Изготовитель – Опытный завод ВИСХОМа

Измельчитель семян облепихи ИСО-100 (рис. 6.9) состоит из рамы 1, на которой смонтирована камера измельчения 15. В ней установлен вал 4 измельчающего барабана, на одном конце которого установлен двухручьевого шкив, на другом – центробежный вентилятор, закрытый кожухом 13. В центральной части вала измельчающего барабана установлена крестовина из набора пластин. На крестовине установлены шарнирно подвешенные ножи 6. На крестовине установлена просеивающая дека 2. На другом конце вала 4 установлен клиноременный привод 3, закрытый кожухом 5. Крышка камеры измельчения 7 имеет загрузочный лоток 8. Трубопровод 9 соединяет камеру измельчения с циклоном 11. Верхний патрубок 10 и выгрузной люк 12 также соединяют камеру измельчения с циклоном. Выходной трубопровод 14 соединяет циклон с электродвигателем 16.

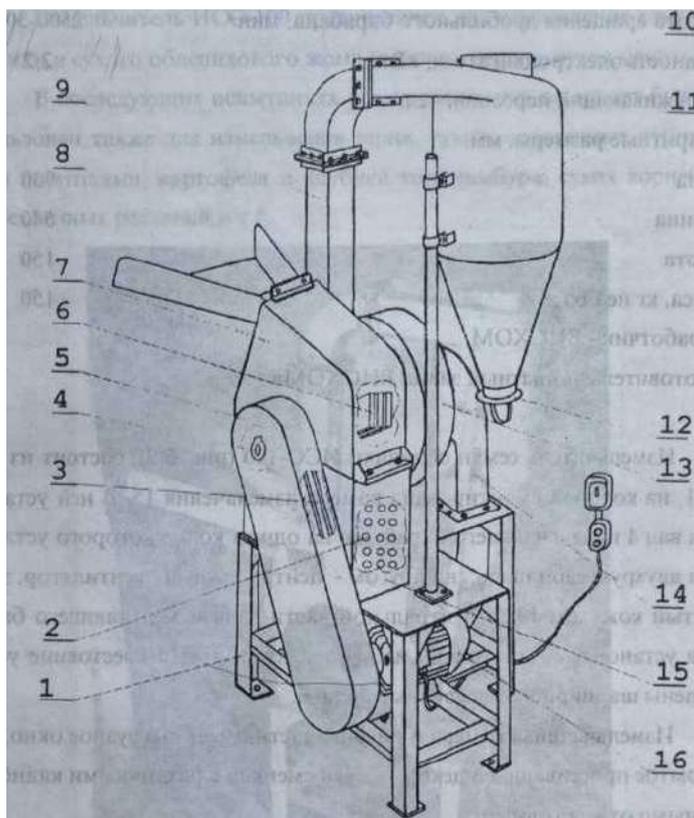


Рис. 6.9. Измельчитель семян облепихи ИСО-100

1 – рама; 2 – просеивающая дека; 3 – клиноременный привод; 4 – вал измельчающего барабана; 5 – кожух клиноременного привода; 6 – ножи измельчающего барабана; 7 – крышка камеры измельчения; 8 – загрузочный лоток; 9 – трубопровод циклона; 10 – верхний патрубок циклона; 11 – циклон; 12 – выгрузной люк; 13 – кожух центробежного вентилятора; 14 – всасывающий трубопровод; 15 – камера измельчения; 16 – электродвигатель

Измельчающая камера в нижней части имеет выгрузное окно, перекрытое просеивающей декой 2. Дека сменная с различными калиброванными отверстиями.

Верхняя часть измельчающей камеры, закрытая крышкой 7, снабжена загрузочным лотком 8. Выгрузное окно измельчающей камеры соединено дугообразным воздуховодом с всасывающим патрубком центробежного вентилятора, нагнетательный патрубок последнего соединен воздуховодом 9 с циклоном 11.

Технологический процесс работы Измельчителя ИСО-100 осуществляется следующим образом (рис. 6.10).

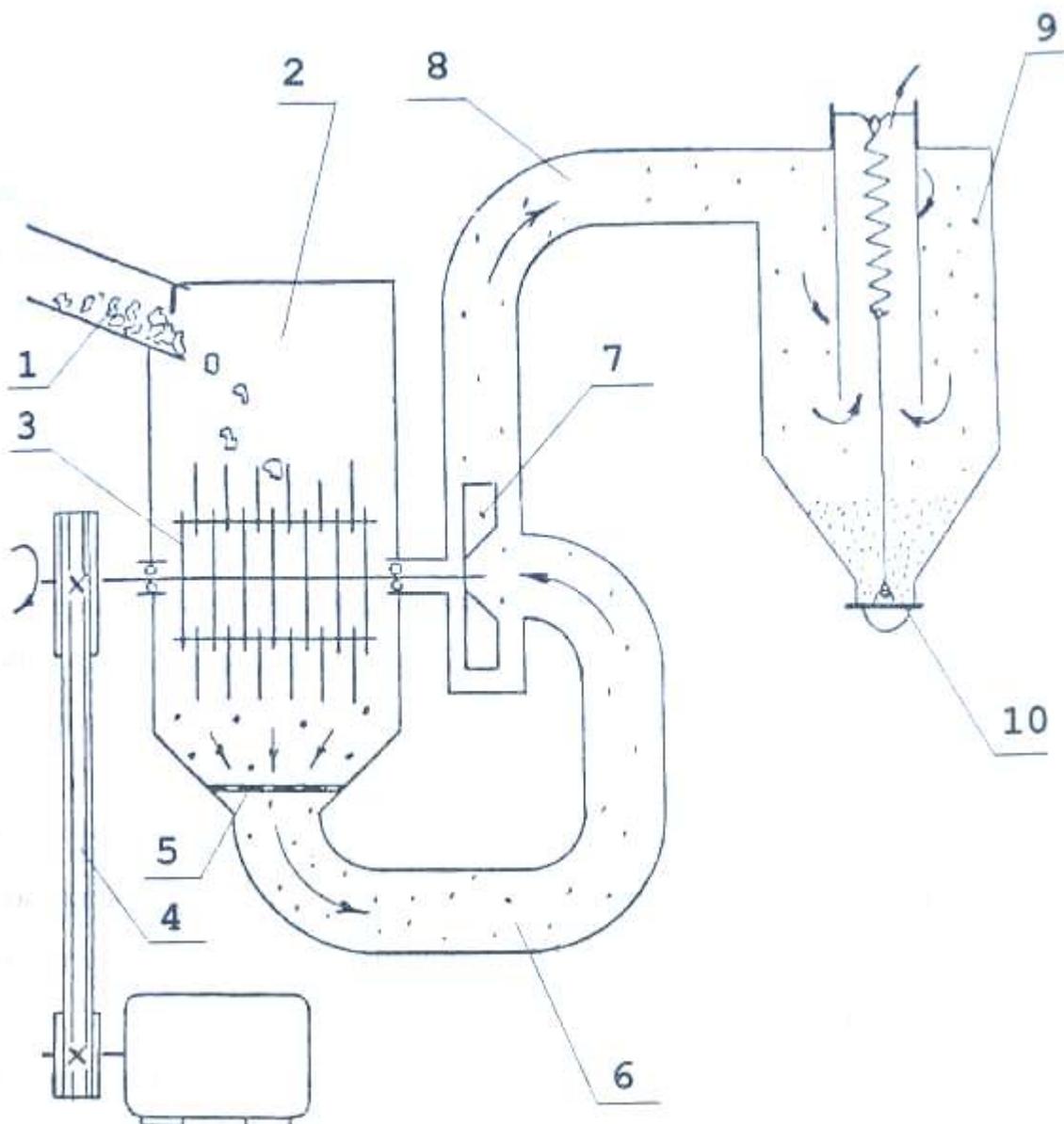


Рис. 6. 10. Принципиальная технологическая схема работы измельчителя семян облепихи ИСО-100

После установки решета необходимого размера (на необходимую фракцию измельчения) включают электродвигатель, который через клиноременную передачу 4 передает вращение измельчающему ротору, а в лоток 1 засыпают сухой жом. Специальным толкателем жом из лотка, через дозирующую щель, подают в камеру измельчения 2.

Специальный толкатель выполнен в виде буквы «Т», причем короткая поперечина по своим размерам изготавливается несколько больше чем дозирующая щель, что предотвращает проникновение толкателя в камеру измельчения.

В камере измельчения сухой жом измельчается пластинчатыми шарнирно подвешенными ножами (молотками) ротора 3 и просеивается через решето 5 в нижний канал 6 и далее вертикальным воздушным потоком, создаваемом вентилятором 7, передается по воздухопроводу 8 в циклон 9, где происходит оседание измельченных частиц в коническую часть циклона, а воздух выходит наружу через трубу на крышке циклона.

После заполнения конической части циклона (уровень заполнения контролируется через смотровое окошко), отключают из работы электродвигатель, а значит и измельчающий барабан, под выгрузной люк подставляют тару и открывают крышку 10; через отверстие под крышкой выгружают измельченный жом. Для полной выгрузки измельченного жома из циклона допускается постукивание рукой по конической части циклона. Затем закрывают крышку, включают электродвигатель и процесс повторяется.

В процессе работы измельчителя грани пластинчатых молотков ротора затупляются, что ухудшает качество измельчения. Учитывая это обстоятельство, пластинчатые молотки выполнены таким образом, что все их четыре грани могут выполнять рабочие функции по измельчению сухого жома. Для этого предусмотрена возможность четыре раза повернуть пластинчатые молотки острой гранью в сторону вращения ротора.

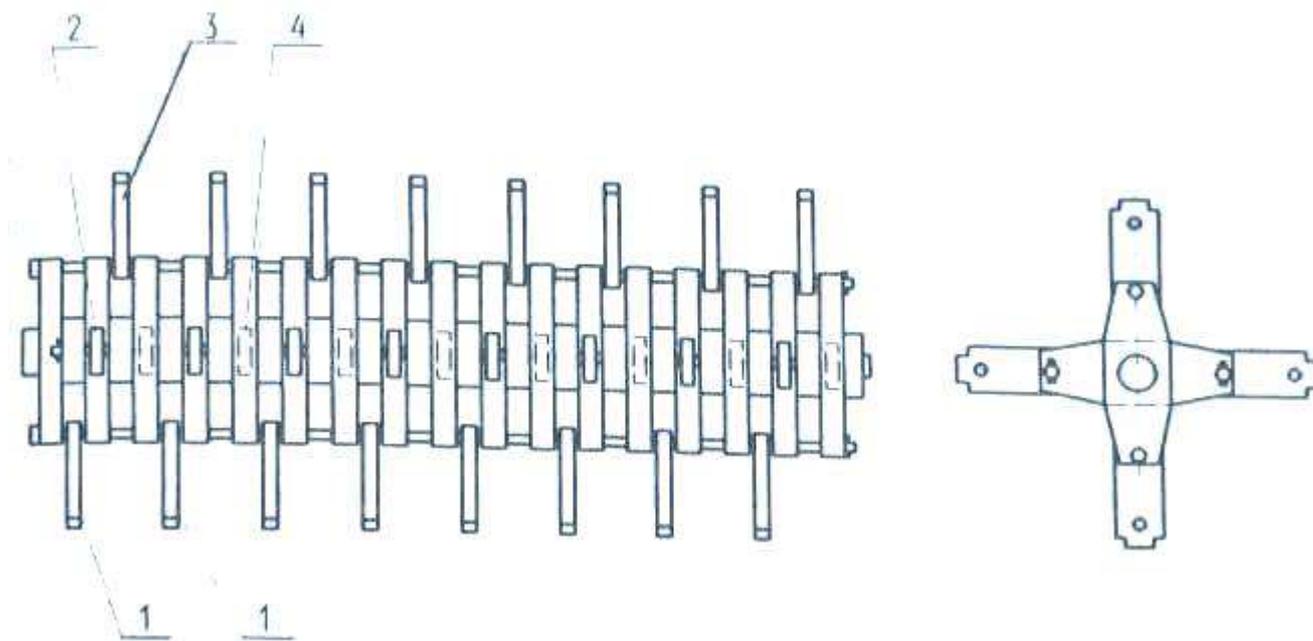


Рис. 6.11. Схема расстановки молотков на роторе измельчителя

Процесс перестановки пластинчатых молотков осуществляется следующим образом:

- открыть крышку (см. поз. 7 на рис. 6.9);
- расшплинтовать и вынуть из отверстий крестовин ротора палец (рис. 6.11);
- повернуть пластинчатые молотки на 180°; поставить их на прежнее место и установить (зафиксировать) палец.

Порядок расположения пластинчатых молотков показан на рис. 6.11, где 1, 2, 3 и 4 обозначены последовательность и порядок расстановки молотков по винтовой линии на крестовине ротора на одном витке спирали.

Измельчитель ИСО-100 разработай в конце восьмидесятых годов XX века. Он прошел широкую проверку в хозяйственных условиях в течение 1990-1993 г.г. изготовлен на Опытном заводе ВИСХОМа в количестве 39 шт.

6.3. Новая технология комплексной переработки плодов облепихи

В работе [83] предлагается новая технология комплексной переработки плодов облепихи, предусматривающая производство качественно новых видов природных биологически активных добавок (БАД) и продуктов с их повышенным содержанием.

Из рис. 6.12 видно, что плоды облепихи поступают на переработку после мойки и инспекции; при этом часть плодов идут на немедленную переработку, другая часть плодов – замораживается.

Далее автор отмечает, что в технологическом отношении свежие плоды уступают свежемороженым, хотя высококвалифицированные технологи-переработчики Бийского витаминного завода Ю.А.Кошелев и Л.Д.Агеева с этим не согласны (см. раздел 6.1).

Далее автор пишет, что у свежих плодов затруднена сокоотдача и при отделении семян от мякоти на дезинтеграторе часть мякоти остается на семенах, чего не наблюдается в случае переработки замороженных плодов.

Подготовленные к переработке плоды поступают в дезинтегратор, где достигается высокая степень измельчения клеточных структур мякоти и оболочки, а семена остаются в верхней части аппарата неповрежденными, так как не проходят через зазор между двумя цилиндрическими стержнями.

Выделенные целые семена для сохранения их физиологической активности рекомендовано сушить при температуре не выше 35°C до влажности 12±0,5% и использовать в качестве посевного материала при рекультивации земель.

Исследование семян в качестве посадочного материала, в соответствии с ГОСТ 14161-86 показано, что результаты (чистота семян 98%, всхожесть за 25 суток проращивания – 89%, зараженность семян отсутствует) позволяют отнести их к кондиционным первого класса.

Измельченную на дезинтеграторе мякоть и оболочку центрифугируют. При этом получают три слоя: нижний – пюреобразная масса; средний – осветленный сок; верхний – мякоть облепихи с высоким содержанием липидов.

Производство продуктов питания со свежими плодово-ягодными наполнителями предусматривает их обязательную тепловую обработку – высокотемпературную пастеризацию или стерилизацию. Указанные технологические условия оказывают негативное влияние на термолабильные биологически активные вещества (аскорбиновую кислоту, каротиноиды, биофлавоноиды и другие). В связи с этим облепиховые продукты, полученные при центрифугировании – пюреобразную массу (нижний слой) и мякоть облепихи (верхний слой) рекомендовано сушить в мягких температурных режимах (55...60°C) до влажности 14,0±0,5%. Именно эти параметры обеспечивают максимальное сохранение нативности в продуктах переработки облепихи. Установлено, что с увеличением продолжительности сушки процесс деструкции БАВ интенсифицируется. При сушке облепиховых продуктов до влажности 6% происходит потеря каротиноидов, аскорбиновой кислоты и биофлавоноидов соответственно до 25, 20 и 18%. При сушке до влажности 14,0±0,5% эти потери сокращаются в среднем вдвое.

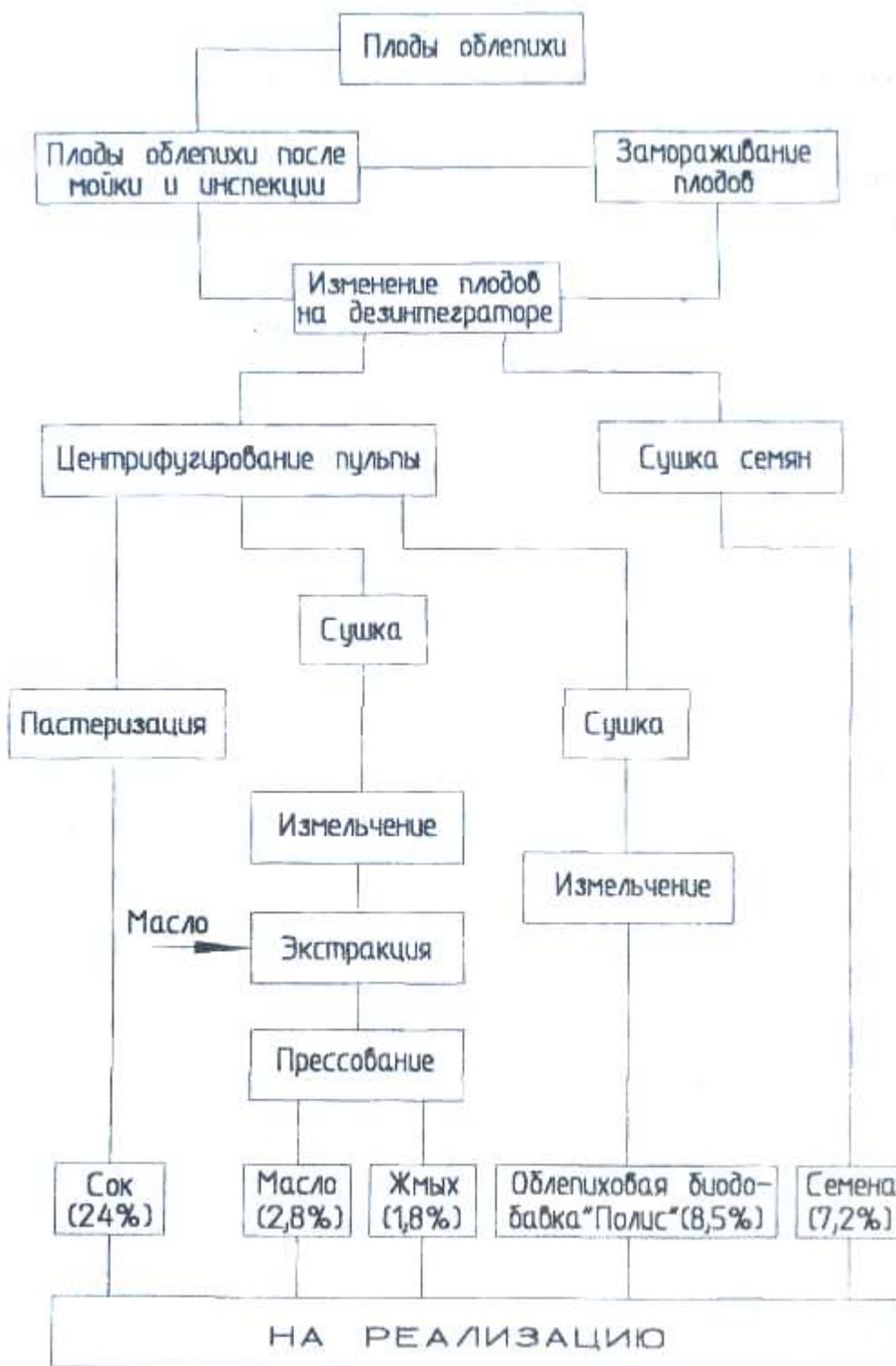


Рис. 6.12. Схема комплексной переработки плодов облепихи

Дальнейшие исследования, с применением методов математического планирования многофакторных экспериментов, позволили определить рациональные режимы экстрагирования, обеспечивающие максимальный выход масла при максимальном сохранении каротиноидов в нем.

Физико-химические показатели облепихового масла, полученного по разработанной технологии, значительно превосходит по содержанию каротиноидов масло, выработанное обычными способами. Оно соответствует требованиям, предъявляемым к

фармакопейному маслу, и может быть использовано не только как медицинский препарат, но и как целевой продукт в качестве БАД при производстве ряда продуктов питания.

Облепиховый жмых – остаток, образующийся после извлечения масла, отличается высоким содержанием белка ($35\pm 3\%$), в состав которого входят все протеиногенные аминокислоты, липиды, пектин, аскорбиновая кислота, биофлавоноиды, а также минеральные и другие вещества. Химическое многообразие продукта указывает, на целесообразность использования его в качестве ценной добавки при производстве комбинированных продуктов, в том числе лечебно-профилактического и специального назначения.

Химический состав облепиховой массы нижнего слоя после сушки имеет высокое содержание в продукте витаминов антиоксидантного ряда: аскорбиновой кислоты, витамина Е, каротиноидов.

Полученный при центрифугировании осветленный облепиховый сок, в состав которого входит значительное количество аскорбиновой кислоты, рекомендовано купажировать с сахаром и молочной сывороткой, что позволит сбалансировать химический состав и улучшить вкусовые качества тонизирующего напитка.

Разработанная технология комплексной переработки плодов облепихи позволит получить из них несколько видов биологически ценных облепиховых продуктов: масло, порошкообразную биодобавку, сок, жмых. Внесение названных БАВ в продукты питания позволит создать ассортимент продуктов нового поколения, сбалансированных по пищевой и биологической ценности, способствующих не только удовлетворению физиологических потребностей организма человека в пищевых веществах, но и несущих профилактические и лечебные функции.

6.4. Технология и оборудование для переработки вегетативных частей облепихи и других растений

Из вегетативных частей растений облепихи (листья, плодовые веточки, плодовые образования) можно получать высокоценное зеленое масло, которое по своим лечебным свойствам, при лечении некоторых болезней, превосходит традиционное облепиховое масло из облепихового жома, включающего в себя измельченную кожицу плодов и дробленые семена [36].

Как показала практика приготовления зеленого масла наилучшими компонентами в этом случае являются листья и однолетние приросты облепихи в примерном соотношении 1:1 (допускается наличие в готовом для экстрагирования составе от 10 до 15% ветвей, имеющих диаметр в пределах 10-12 мм).

Технологические операции по приготовлению зеленого масла и машины для их осуществления аналогичны получению облепихового масла из жома (кожица плодов с семенами) и изложены в разделе 6.1.

Здесь лишь отметим некоторые особенности подготовки сырья к переработке.

1. Сушка вегетативных частей растений может осуществляться двумя способами:

- в сушилках растительного сырья;
- в воздушно-солнечных условиях.

Известные нам хозяйства, производящие зеленое масло из вегетативных частей облепихи, предпочитают воздушно-солнечную сушку.

2. Измельчение сухих вегетативных частей облепихи.

В хозяйствах отдают предпочтение совместному дроблению ветвей с листьями.

К измельчению вегетативных частей растений облепихи предъявляют одно требование – чем они будут мельче измельчены, тем будет качественнее выполняться дальнейший процесс получения зеленого масла. Тем не менее, ограничение на размер частиц при измельчении ветвей имеется. Предпочтительнее их дробить на длину 2-3 мм, допускается до 20% частиц размером до 8-9 мм.

Дальнейшие технологические процессы по приготовлению зеленого масла выполняются на линии по приготовлению облепихового масла из жома, состоящего из измельченной фракции кожицы плодов и дробленых семян.

В настоящее время зеленое масло из вегетативных частей растений изготавливают в небольших количествах, в основном по заказам областных аптекоуправлений и некоторых других организаций Минздрава.

Трудности в осуществлении механизированной уборки плодов облепихи подталкивают специалистов к решению этой проблемы другими путями.

Ниже описана работа фирмы «Облепиха» при МНТК «Микрохирургия глаза».

Дипломированный народный целитель, он же президент фирмы «Облепиха» Дмитрий Андреевич Ширинкин в течение 1987-1994 гг. на опытном участке, арендованном фирмой в с. Жуковка Калужской области, проверял новую безотходную интенсивную технологию возделывания, уборки и переработки всех компонентов собранного урожая.

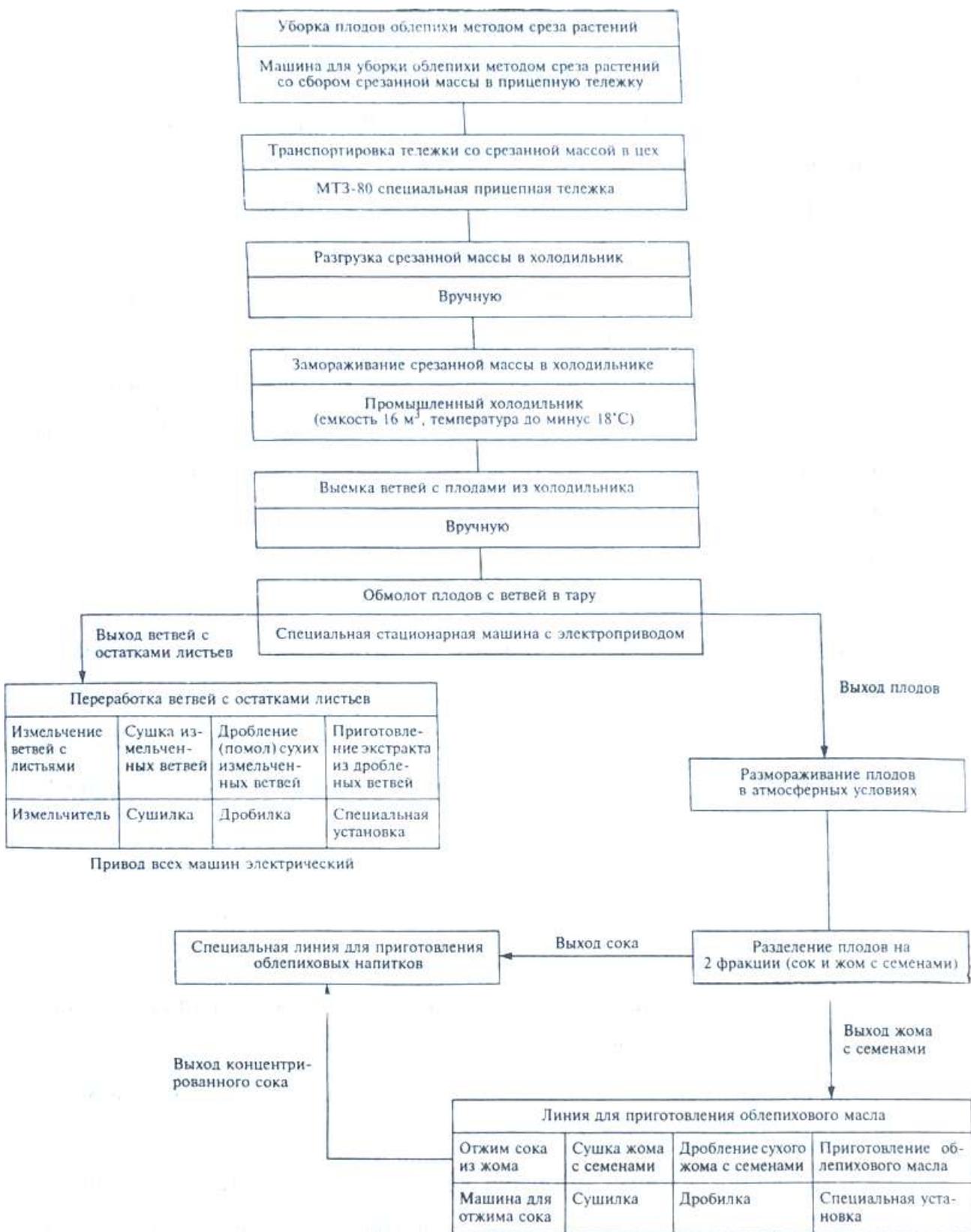
Суть новой безотходной интенсивной технологии сводится к размещению на 1 га 8000 саженцев (в этом случае рекомендуется делить весь участок на 3-4 части и последовательно через 1 год высаживать группу саженцев). Уборку плодов в таком саду осуществляют методом среза всей вегетативной части растений вместе с плодами, затем все операции по разделению компонентов и их переработке осуществляются в соответствии с предлагаемой технологией, показанной на рис. 6.13.

Все технологические операции на рис. 6.13 четко оговорены и не требуют дополнительного пояснения. Предлагаемая технология является новой, в России разрабатывается впервые, и соответственно некоторые машины, в частности, машина для уборки плодов облепихи методом среза растений, машина для обмолота замороженных (или свежих) плодов с ветвей в стационарных условиях и универсальная машина для измельчения ветвей с листьями на определенные размеры подлежат разработке.

Вторым этапом работы Д.А. Ширинкина в период 1991-1994 гг. явилось создание лечебных бальзамов на основе переработки ветвей облепихи с листьями, ветвей черной смородины с листьями с добавками различных лекарственных трав, в том числе эстрагона (другое название – тархун), пижмы, полыни, корней лапчатки (другое название – калган), стеблей топинамбура и др.

Он, с помощью специальных опытов и химических анализов установил, что из вегетативных частей облепихи (листья и ветви) в сочетании с вегетативными частями черной смородины (листья и ветви) с добавлением ряда лекарственных трав можно получать лечебный бальзам (иначе его называют концентрированной основой), используемой как для приготовления безалкогольных напитков, так и для добавления в чай, кофе и т.д., что положительно сказывается на оздоровление организма, а также на действенное лечение некоторых болезней.

Детальное изучение отдельных компонентов подобных бальзамов показало, что кора облепихи содержит серотонин, листья – кумарины и флавоноиды; ветви и листья черной смородины содержат витамин С, эфирные масла и аскорбиновую кислоту; корни калгана содержат противовоспалительные элементы; эстрагон – витамин С, каротин, рутин и т.д.



Привод всех машин электрический

Рис. 6.13. Технология уборки плодов облепихи методом среза растений с переработкой всех частей срезанной массы

В 1990-1993 гг. Московское научно-производственное объединение напитков (НПО напитков), по договору с фирмой «Облепиха», разработало документацию (Технические условия.

Технологическая инструкция. Рецептура) на 6 видов концентрированной основы (бальзама), в том числе на бальзамы Любава, Добрыня, Святослав, Альянс, Ермак, Тоник русский. Изготовлено по 100 литров каждого вида, за исключением бальзама Добрыня. Последний в количестве 10000 литров изготовлен на промышленном оборудовании завода экстрактов в совхозе «Машук» (вблизи г. Пятигорска) Ставропольского края.

Принципиальная технологическая схема получения бальзамов показана на рис. 6.14, в которой видна последовательность технологических операций от № 1 до № 25.

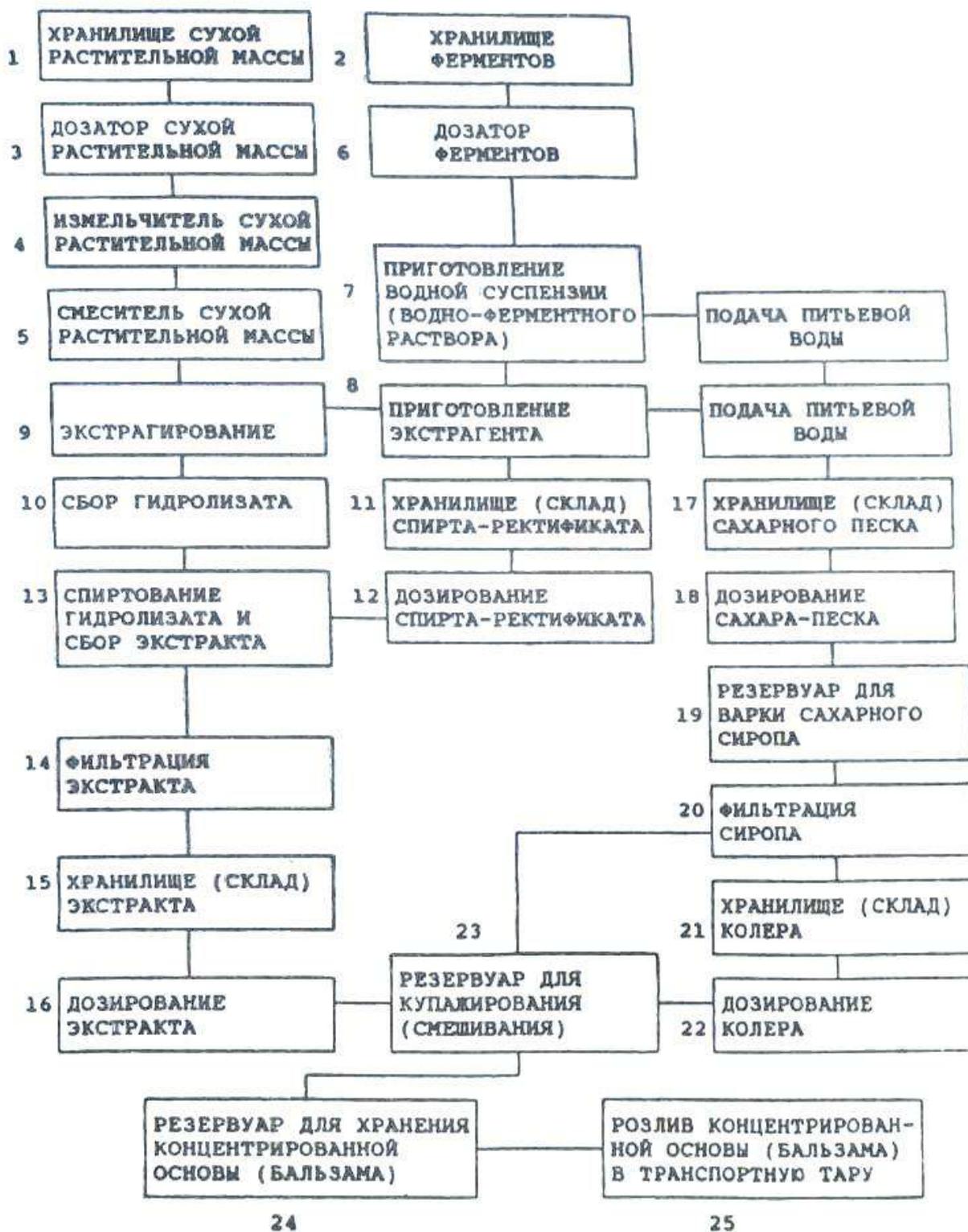


Рис. 6.14. Технологическая схема получения лечебных бальзамов

Объемная доля спирта в бальзамах различна и колеблется в пределах от 16 до 36%; бальзам «Добрыня» имеет 16% спирта.

Все виды бальзамов могут быть изготовлены на одном и том же оборудовании, главным элементом которого является горизонтально расположенный экстрактор.

Экстрагирование осуществляется с помощью подогреваемого водноферментного раствора.

В состав бальзама «Добрыня» входят: листья и стебли облепихи, листья и стебли черной смородины, эстрагон, калган, сахар, колер (жженный сахар), питьевая вода, спирт-ректификат, ферменты: цитрозелин Пх, протосубтилин Г10х, пектофоетидин П10х.

Как показали дальнейшие медицинские исследования, совокупное действие всех компонентов, содержащихся в бальзамах «Добрыня», улучшает белковый и углеводный обмен, способствует нормальному действию центральной нервной и эндокринной систем, стимулирует образование гормонов половых желез и поджелудочной железы (особенно при сахарном обменном диабете), оказывает противоопухолевое действие, по крайней мере 7 видов, обладает болеутоляющим, жаропонижающим и желчегонным свойствами, снижает количество холестерина, расширяет кровеносные сосуды, оказывает благотворное влияние против воспаления желудочно-кишечного тракта и полости рта, является сильным противогрибковым средством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абу-Гхейда О.М., Стаут Б.А. и Райс С.К. Пневматические способы сбора плодов. Часть II // Сельскохозяйственная техника. Ежемесячный журнал Американского общества сельскохозяйственных инженеров (в русском переводе). – М.: 1962, № 8, с. 14-21.
2. Авдай Чилхаажавын. Исследование возможности механизации уборки ягод облепихи в природно-климатических условиях МНР // Дисс. канд. техн. наук. – Ташкент. Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. 1975.
3. Авдай Чилхаажавын. Научные основы динамики рабочих процессов и обоснование параметров машин для уборки ягод облепихи в природно-климатических условиях МНР // Дисс. докт. техн. наук. - Ленинград. 1990.
4. Балган Б. Исследование и разработка с целью усовершенствования техники и технологии механизации уборки ягод облепихи // Дисс. канд. техн. наук. – Улаанбаатар. Монгольский Технический Университет. 1993.
5. Бартенев В.Д., Земляков В.И., Карпеченков Л.А., Титов Н.Т., Вишняков А.В. Изучение технологии ручного способа уборки облепихи // Тр. Алтайского политехн. ин-та. Вып. 55, Барнаул, 1975, с. 89-91.
6. Бартенев В.Д., Ким Р.А., Земляков В.И. О вибрационной уборке облепихи//Тр. Алтайского политехн. ин-та. Вып. 55, Барнаул, 1975, с. 122-124.
7. Бартенев В.Д., Корольков А.Г., Луцет М.О., Титов Н.Т., Цой А.Н. Искусственное замораживание кустов облепихи как способ механизации сбора ягод//Акад. наук СССР, СО, институт теплофизики. Новосибирск, 1979, 18 с.
8. Бартенев В.Д., Титов Н.Т., Карпеченков Л.А., Вишняков А.В. Совершенствование технологий уборки облепихи//Садоводство, 1981, № 1, с. 35.
9. Бартенев В.Д., Вишняков А.В. Проблема механизированной уборки облепихи//Садоводство, 1983, № 12, с. 18-19.
10. Бахарев В.В., Утков Ю.А., Царькова Т.Ф. Механизация сбора облепихи//Садоводство, 1981, № 1, с. 35-36.

11. Боровая Е. Облепиха. Золотые страницы народной медицины. - М.: изд. АСТ, 1999, 336 с.
12. Бородачев Н.И., Гончаров Н.Д. Изготовление облепихового масла в домашних условиях//Садоводство, 1979, № 11, с. 29.
13. Варламов Г.П. Исследование вибрационного способа уборки фруктов. - М.: МИИСП. Дис. канд. техн. наук. 1963.
14. Варламов Г.П. Теоретическое определение частот собственных колебаний плодового дерева//Вестник сельскохозяйственной науки, 1964, № 11, с 100-107.
15. Варламов Г.П. Установление действительных напряжений в ветвях плодового дерева//Вестник сельскохозяйственной науки, 1967, №9, с. 125-130.
16. Варламов Г.П. Методы определения модуля упругости плодовой древесины//Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1971, № 7, с. 23-26!
17. Варламов Г.П., Душкин А.И., Утков Ю.А. и др. Машины для формирования кроны и уборки урожая плодово-ягодных культур. - М.: Изд. Машиностроение, 1975, 206 с.
18. Варламов Г.П., Орликова Т.А., Воронюк Б.А. Какими должны быть плодовые культуры при машинной уборке урожая//Садоводство, 1976, № 2, с. 31-33.
19. Варламов Г.П. Механико-технологические основы механизированной уборки фруктов. - М.: МИИСП. Дис. докт. техн. наук. 1976.
20. Варламов Г.П. Ручной инвентарь для уборки плодов и ягод//Садоводство, 1978, № 7, с. 20-22.
21. Варламов Г.П. Математическая модель движения плода при вибрационной уборке //Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1978, № 8, с. 46-48.
22. Варламов Г.П. Машины для уборки фруктов. - М.: Машиностроение, 1978, 216 с.
23. Варламов Г.П., Милованова В.Н., Мравьян М.Э. Разработка, изготовление и лабораторно-полевые испытания улучшенной экспериментальной установки для уборки облепихи. - М.: Отчет ВИСХОМ по теме 07,233-77, 1979, 54 машинописи, стр.
24. Варламов Г.П., Милованова В.Н., Мравьян М.Э. Изыскание и исследование рабочих органов и создание макетного образца машины для механизированной уборки облепихи, -М.: Отчет ВИСХОМ по теме 07.233-77, 1980, 162 машинописи, стр.
25. Варламов Г.П. Тенденции развития теоретических исследований по отрыву отдельного плода при механизированной уборке фруктов. - М.: ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш, 1981, 52 с.
26. Варламов Г.П., Мравьян М.Э., Милованова В.Н. К вопросу механизированной уборки ягод облепихи//Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1981, № 2, с. 21 -23.
27. Варламов Г.П., Мравьян М.Э. Определение действительных ускорений движения плодоносящих ветвей при вибрационной уборке//Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1981, № 8, с. 21-22.
28. Варламов Г.П., Мравьян М.Э. Механизация уборки плодов облепихи//Мат. Всес. науч.-техн. конф., Ростов-на-Дону, РИСХМ, 1982, с. 35-36.
29. Варламов Г.П., Плотников С.И., Живилкин И.В., Карпеченков Л. А. Механизация очистки плодов облепихи от примесей//Садоводство, 1984, № 1, с. 20-21.
30. Варламов Г.П., Вишняков А.В. Механизированный съем плодов облепихи//Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1986, № 12, с. 47-48.

31. Варламов Г.П., Габуния В.Г. Математическая модель съема плодов облепихи всасывающим воздухоным потоком//ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, -М.: Рук. депонир. пол № 921-ТС88, 1988, 20 с.
32. Варламов Г.П., Габуния В.Г. Съем плодов облепихи всасывающим воздушным протоком//Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1990, № 1, с. 29-30.
33. Варламов Г.П., Христин И.А., Дубовский Н.В. Облепихоуборочная машина//Садоводство и виноградарство, 1991, № 3, с. 26-30.
34. Варламов Г.П., Долгошеев А.М., Варламов А.Г. Пневматическая уборка облепихи//Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1998, № 8, с. 26-29.
35. Варламов Г.П., Долгошеев А.М. Оборудование для переработки плодов облепихи//ЛТракторы и сельскохозяйственные машины, 1998, №9, с. 46-48.
36. Варламов Г.П., Долгошеев А.М. Оборудование для переработки вегетативных частей облепихи//Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1998, № 10, с. 20-23.
37. Варламов Г.П. Машины для уборки фруктов. Энциклопедия. Том IV-16. Сельскохозяйственные машины и оборудование. - М.: Машиностроение, 1998, с. 342-365.
38. Варламов Г.П., Долгошеев А.М. Механизация уборки и переработки облепихи//Техн. прогресс в садоводстве. - М.: 1998, РАСХН, ВСТИСП, Тез. докл., с. 49-54.
39. Варламов Г.П., Солodков В.В., Варламов А.Г., Долгошеев А.М. Технология получения экстрактов из растительного сырья //Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2000, № 9, с. 18-23.
40. Вишняков А.В., Бартенев В.Д., Максимов А.А. Пригодность сортов облепихи к механизированной уборке//Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1985, № 10, с. 33-34.
41. Габуния В. Г. К вопросу механизации уборки ягод облепихи//Плодоовощное хозяйство, 1987, № 12, с. 41-43.
42. Габуния В.Г. Разработка и обоснование параметров технических средств для пневматической уборки облепихи//Дис. канд. техн. наук. - М.: ВИСХОМ, 1988.
43. Гатин Ж.И. Облепиха - М.: Сельхозгиз, 1963, 157 с.
44. Даштоян А.А., Синельников А.Щ Мравьян М.Э., Карпеченков Л.А. Состояние и перспективы механизации уборки облепихи//Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1978, № 8, с. 9-10.
45. Деменко В.И. Иницирование опадения плодов и листьев, его механизм и возможности использования в практике садоводства//Дис. докт. техн. наук, - М.: ВСТИСП. 1996.
46. Деменко В.И. и др. Этиленовыделяющие вещества и опадение плодов облепихи//Химия в сельском хозяйстве, 1984, № И, с. 49-51.
47. Деменко В.И. и др. АБК этилен, рост и опадение плодов облепихи//Физиология растений, 1986, т. 33, вып. 1, с. 188-194.
48. Деменко В.И. и др. Корреляция между усилием отрыва и некоторыми биохимическими показателями у плодов облепихи//Сб. научн. тр., Горький, 1986, с. 59-64.
49. Деменко В.И. Возможности регулирования и опадения плодов облепихи// Тез. докл. Коорд. совещ., Новосибирск, 1987, с. 6.
50. Деменко В.И. и др. Механизм иницирования опадения созревших плодов облепихи//Регуляторы роста и развития растений. Тез. докл. научн. конф. - М.: 1991, с. 91; 1993, с; 182; 1995, с. 5.

51. Деменко В.И. и др. Механизм иницирования опадения созревших плодов облепихи//Агрехимия, 1994, № 10, с. 88-93.
52. Долгошеев А.М., Варламов А.Г. Снижение затрат труда при ручной уборке облепихи//Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1998, №4, с. 17-20.
53. Долгошеев А.М., Варламов А.Г. Поиск путей механизированной уборки облепихи//Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1998, №5, с. 29-31
54. Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. -М: Колос, 1972, 208 с.
55. Ермаков Б. Замораживание перед уборкой//Изобретатель и рационализатор, 1977, № 2, с. 26-27.
56. Ермаков Б. Упрямая облепиха//Знание – сила, 1977, № 5.
57. Земляков В.И., Ким Р.А., Бартенев В.Д., Карпеченков Л.А., Вишняков А.В., Титов Н.Т. Пневматическая экспериментальная установка для съема плодов облепихи//Тр. Алтайского политехн, ин-та. Вып. 55, Барнаулу 1975, с. 92-95,
58. Земляков В.И., Ким Р.А., Бартенев В.Д., Чешуин В.Т. Определение режимов вибрационной уборки облепихи//Тр. Алтайского политехн. ин-та. Вып. 32, Барнаул; 1978, с. 126-128.
59. Земляков В.И., Ким Р.А., Бартенев В. Д. Механизация уборки облепихи//Садоводство, 1979, № 11, с. 32. ь
60. Земляков В.И. Дебалансный самозажимной встряхиватель плодуборочной машины У/Кн. "Совершенствование рабочих органов сельхоз. машин". Алтайский политехи, ин-т, Барнаул, 1985, с. 65-67.
61. Земляков В.И. Вибрационный съем плодов облепихи//Дис. канд. техн. наук. - Новосибирск. СибИМЭ. 1986.
62. Квекенбуш Х.Э., Стаут Б.А. и Райс С.К. Пневматические способы сбора плодов. Часть I//Сельскохозяйственная техника. Ежемесячный журнал Американского общества сельскохозяйственных инженеров (в русском переводе). - М.: 1962, № 7, с. 2-10. Статья подготовлена в 1961 г.
63. Ковалев С.Н. Новые формы облепихи//Садоводство, 1973, № 8, с. 30.
64. Ковалев С.Н. Культура облепихи в условиях Мещерской низ-менности//Дис. канд. с.-х. наук. - М.: 1974.
65. Ковалев С.Н. Облепиха в средней полосе европейской части СССР. В кн.: Витаминные растительные ресурсы и их использование. -М.: 1977, с. 262-266.
66. Малтызова С И. Обоснование и разработка способа механизированной уборки плодов облепихи//Дис. канд. с.-х. наук. - Рязань. Рязанский СХИ. 1986.
67. Михеев А. Ntv, Деменко В.И. Облепиха. Росагропромиздат, 1990, 48 с.
68. Мравьян М.Э. Изыскание и исследование рабочих органов для колебания плодоносящих ветвей при механизированном съеме плодов облепихи//Дис. канд. техн. наук. - М.: ВИСХОМ. 1981.
69. Мравьян М.Э., Даштоян А.А. и др. Состояние и перспективы механизации уборки облепихи//Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1978, № 8, с. 9.
70. Мравьян М.Э. Определение модуля упругости древесины плодоносящих ветвей облепихи//Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1980, № 8, с. 56.

71. Облепиха. Букштынов А.Д., Трофимов Т.Т., Ермаков Б.С. и др. (Всего 27 авторов). - М.: Лесная пром-сть, 1978, 192 с. (Перечень статей и авторов приведен в приложении 3).
72. Панькова Т.Ф., Христо А.А., Бахарев В.В. Этрел и механизированная уборка облепихи//Земля Сибирская, дальневосточная, 1978, №9, с. 57.
73. Пантелеева Е.И. Алтайские сорта облепихи//Садоводство, 1983, с. 16-17.
74. Перечень некоторых газетных публикаций по культуре облепихи (Приведен в приложении 2).
75. Перечень некоторых диссертаций, защищенных по уборке ягод (Приведен в прил. 4).
76. Плеханова М.Н., Самородова-Бианки Г.В. Алтайская облепиха под Ленинградом //Садоводство, 1979, №11, с. 33.
77. Пирс С. Полевые опыты с плодовыми деревьями. - М.: Колос, 1969, 224 с.
78. Подборка статей по облепихе//Садоводство, 1976, № 8 (Приведена в Приложении 1).
79. Протокол Алтайской государственной зональной МИС. Результаты приемочных испытаний установки для очистки облепихи от примесей УОП-0,3. - р.п. Пospелиха Алтайского края. 1983.
80. Протокол Алтайской государственной зональной МИС. Результаты приемочных испытаний машины для уборки облепихи МОУ-1, - р.п. Пospелиха Алтайского края. 1983.
81. Рыбников А.П., Ожерельев В.Н., Бартенев В.Д., Ильин В.В.
Результаты испытания процессионного активатора на плантациях облепихи//Сб. научн. ст., Развитие ягодоводства в Нечерноземье. - М.: РАСХН, НИЗИСНП,;1987, с. 95-102.
82. Сократова Э.Г., Фаустов В.В. Облепиха в Бурятии. Улан-Удэ. Бурятское кн. изд., 1974, 53с.
83. Терещук Л.В. Новая технология комплексной переработки плодов облепихи//Хранение и переработка сельхозсырья, 1999, № 8, с. 46-48,
84. Трофимов Т.Т. Облепиха. - М.: изд. МГУ, 1988, 224 с.
85. Трушечкин В.Г. и др. Использование хлорэтилфосфатной кислоты для ослабления прочности прикрепления плодов облепихи и черноплодной рябины в связи с механизированной уборкой. В кн.Плодоводство и ягодоводство Нечерноземной полосы, т. VI, М.: 1973, с. 168-172.
86. Фирсов М.М. Планирование эксперимента при создании сель-скохозяйственной^ехники. - М.: изд. МСХА, 1999, 128 с. Типография ОАО "Полимаг".
87. Шапиро Д.К., Седова З.А., Анихимовская Л.В., Нарижная Т.И. Химический состав плодов//Садоводство, 1979, № 11, с. 34.
88. Эйдельмант А. Все об облепихе. Изд. Правления Общества «Знание» Российской Федерации. - М.: 1992, 80 с.
89. Промышленный регламент на производство облепихового концентрата и облепихового масла. Совхоз "Облепиховый". Министерство здравоохранения Республики Бурятия. – Улан-Уде, 1996.
90. Оборудование для экстракции растительного сырья сжатыми и сжиженными газами/Обз. инф. ВНИИТЭИ Агропром. Колесников Б.Ф., Банашек В.Э., Ивченко Е.М. и др. - М.: 1987, вып. 4, 32 с.
91. CO₂ - экстракты - ряд преимуществ//Фармацевтический вестник, 1995, № 7.
92. Солодков В.В. Использование углекислотных экстрактов при производстве пивобезалкогольной продукции//Пиво и напитки, 1997, №4.