

ТАШКЕНТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

(Т И И И М С Х)

На правах рукописи

РАХМАТОВ Орифжан

УДК /631.361.7:634.8.078/:62-97/98

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТИТЕЛЯ
СУШЕНОГО И ПОДВЯЖЕНОГО ВИНОГРАДА

Специальность 05.20.01 - механизация сельскохозяйственного производства

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

БИБЛИОТЕКА

Сам. 19/155

Ташкент - 1991

Работа выполнена на кафедре "Автоматизация сельскохозяйственного производства" Ташкентского ордена Трудового Красного Знамени института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (ТИИМСХ).

Научный руководитель - Заслуженный деятель науки и техники УзССР, доктор технических наук, профессор П.В.БАЙДУК.

Официальные оппоненты - Заслуженный механизатор сельского хозяйства УзССР, доктор технических наук, профессор М.С.ГАНИЕВ,
кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией Ю.Г.ТОРИН.

Ведущая организация - НПО "Средазсельхозмаш".

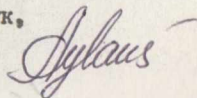
Защита состоится "24" август 1991 г. в _____ час.
на заседании специализированного Совета К 120.06.02 по присуждению ученой степени кандидата технических наук Ташкентского ордена Трудового Красного Знамени института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

Адрес: 700000, Ташкент, ул. Кары-Ниязова, 39, ТИИМСХ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "19" апреля 1991 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета,
кандидат технических наук,
доцент



А.С.ПУЛАТОВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Уровень развития сухофруктового производства полностью зависит от состояния сирьевой базы. Так, к концу 1990 г. в структуре виноградных насаждений столово-кишмишные сорта составили 72,9 %; из них 20 % – сорта раннего срока созревания, 80% – среднего и позднего. При этом заготовка винограда достигла 760 тыс. т, на сушку же будет направлено 250 тыс. т. Для обеспечения потребностей населения в сушеной фруктово-виноградной продукции в ближайшей перспективе в Узбекистане требуется увеличить ее производство до 500 тыс. т, из которых 50 % должен составить сушеный виноград.

Однако проведенный анализ состояния производства сушеного винограда показал, что дальнейшее его развитие невозможно без совершенствования технологии товарной переработки виноградной продукции и средств механизации в условиях хозяйств, производящих сухофрукты.

Данная работа направлена на модернизацию технологии, усовершенствование и обоснование параметров средств механизации для очистки сушеного винограда влажностью 18 % и выше.

Выполнена в соответствии с координационным планом НИР САО ВАСХНИЛ 0.51.18 "Создать ... разработать и внедрить эффективные технологические процессы производства в послеуборочной обработки фруктов и овощей в открытом и защищенном грунте", а также планом НИР ТИИИМСХ по теме 5.1 "Разработать ... технические средства производства сухофруктов, кишмиша, сушеной дыни".

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы является модернизация технологии, усовершенствование и обоснование рациональных параметров рабочих органов средств механизации, режимных процессов, обеспечивающих сохранение качества сушеного и подвяленного винограда, учитывающих условия и характер силовых воздействий рабочими органами на продукт.

Для достижения поставленной цели были установлены следующие задачи исследования:

изучение и определение основных физико-механических свойств сушеного и подвяленного винограда влажностью 18 % и 55 % применительно к условиям механизированного процесса;

выбор типа загрузочного устройства, теоретическое и экспериментальное изучение неравномерности режима загрузки и обоснование его параметров;

разработка типа и параметров рабочих органов для дробления гроздей сушеного и подвяленного винограда, теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию их параметров;

изучение особенностей механизированных процессов, условий их протекания и функционирования технических средств механизации;

теоретические и экспериментальные исследования режима эффективного отделения гребней от ягоды подвяленного винограда пневмосепарацией;

разработка методики проведения экспериментальных исследований.

Методика исследований. При проведении экспериментальных исследований использованы современные приборы и методика измерений. Полученные результаты обработаны с использованием математической статистики, что позволяет судить о достоверности полученных результатов.

Определение коэффициентов трения и движения производилось по методике "наклонной плоскости", а влажности - по методике ВНИИКОП, аэродинамические параметры сушеного винограда - аналитически и экспериментально с помощью известной "вертикальной цилиндрической прозрачной трубы".

Экспериментальные исследования проводились на лабораторных и макетных образцах установки.

Научная новизна. Предложена модернизация механизированной технологии очистки сушеного и подвяленного винограда с раздельным проведением ее операций. Разработаны аналитические зависимости, характеризующие условия функционирования рабочих органов и обосновывающие конструктивные и кинематические параметры очистителя. Изучены и определены основные физико-механические свойства подвяленного винограда. Рекомендованы эмпирические-аналитические зависимости, характеризующие изменение степени очистки и поврежденности в процессе обработки.

Практическая ценность. По результатам проведенных исследований разработана методика определения параметров средств механизации для очистки сушеного и подвяленного винограда. Созданы макетные образцы установок, применение которых в условиях хозяйств позволит повысить производительность труда на 40 - 60 % и экономия от внедрения составляет 90 - 110 р. на одну тонну продукции.

Техническая новизна очистителя подтверждена положительным решением ВНИИПЭ на выдачу авторского свидетельства.

Реализация результатов исследований. Макетный образец очистителя сушеного винограда, разработанного по результатам теоретических и экспериментальных исследований, испытан в производственных условиях совхоза-завода "Огонек" Ташкентской области с 1988 г. и эксплуатируется по сей день. Результаты научных разработок переданы ИКТБ "Флодоовоц".

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-производственных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов ТИИИМСХ (1987-1990 гг.), республиканской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Узбекистана (Ташкент, 1988 г.), Всесоюзных научно-технических конференциях "Новые технологические способы обработки и консервирования плодоовощной продукции" (Москва, 1987), "Проблемные вопросы производства винограда и продуктов его переработки (Ялта, 1988 г.), "Электрофизические методы обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья" (Москва, 1989), "Энергосберегающее электрооборудование для АПК" (Москва, 1990 г.), межвузовской научно-практической конференции "Вклад молодых ученых и специалистов в научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве" (Фрунзе, 1990 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 работ, в т.ч. 2 самостоятельное и 4 положительных решения ВНИИПЭ на выдачу авторского свидетельства в соавторстве.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 143 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков и 8 таблиц. Библиография включает 66 источников, из них 1 - на иностранном языке.

Основные положения, представленные к защите:

модернизированная технология очистки, включающая последовательность протекания операций технологического процесса по дроблению гроздей и разделению гребней сушеного и подвяленного винограда;

аналитические зависимости, характеризующие и обосновывающие конструктивные и технологические параметры, а также режим работы отдельных элементов очистителя;

конструктивные и технологические параметры очистителя сушеного и подвяленного винограда.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показана актуальность выбранной темы и дана общая характеристика работы.

В первой главе изложены состояние и проблемы производства сушеного винограда, дан анализ существующей отечественной и зарубежной технологии и технических средств, применяемых в консервной, пищевой и винодельческой промышленности.

Проведенный анализ показал, что существующие технологии очистки сушеного винограда и средства механизации обладают определенными и существенными недостатками: некоторые средства предназначены только для очистки от гребней, а другие только от плодоножек ягод и технологическая совместимость их затруднена. В устройствах, предназначенных одновременно для очистки от гребней и плодоножек, перед операцией удаления плодоножек ягод, гребни предварительно не разделяются от ягоды с плодоножками, а участвуют в процессе обработки, что приводит к снижению эффективности очистки, производительности и травмированию ягоды.

В настоящее время в хозяйствах, производящих сушеный виноград, под конец сезона из-за ухудшения погодных условий образуется недосушенный (подвяленный) виноград влажностью до 55 %, отличающийся по физико-механическим свойствам от сушеного винограда (или кишмиша - влажность составляет 16-18 % по ГОСТу) и подлежащий очистке, а средства механизированной очистки такого винограда в настоящее время отсутствуют.

Существующие средства механизации не нашли широкого применения, так как они не приспособлены для работы в условиях хозяйств, производящих сушеный виноград.

Изучение существующей технологии и работы средств механизации позволило нам разработать рабочую гипотезу о возможности совершенствования технологии очистки сушеного винограда (с влажностью 16-18 % и выше) и механизированных процессов, предварительно удалив при этом гребни от массы ягоды с плодоножками перед операцией их удаления, снизив при этом поврежденность ягод, что позволило сформулировать цель и задачи исследований.

Вторая глава посвящена теоретическому анализу работы средств механизации, которая выполняет технологические операции по дробле-

нию гроздей сушеного и подвяленного винограда, разделению гребней от ягод, удалению плодоножек. Для осуществления технологических операций разработаны технические средства очистки для двух видов состояний продукции - сушеный влажностью - 16-18 % и подвяленный - влажностью до 55 %.

Очистка сушеного винограда производится следующим образом (рис. I).

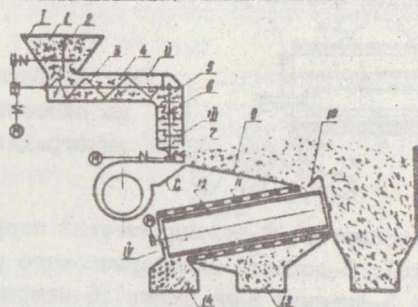


Рис. I Технологическая схема очистителя сушеного винограда: I-бункер с дозатором; II-винтовой транспортер с разными шагами; III-дробилка для гроздей сушеного винограда; IV-очиститель плодоножек ягоды сушеного винограда; I-бункер; 2-дозатор; 3-шнек с переменными шагами; 4-желоб; 5-штифтовый вал (барaban); 6-неподвижные штифты; 7-наклонная плоскость; 8-направитель наклонного воздушного потока; 9-наклонный лоток; I0-загрузочное окно; II-внешний неподвижный сетчатый барабан; I2-внутренний щеточный барабан; I3-бункер для плодоножек; I4 - бункер для очищенной продукции.

Сушеный виноград влажностью не более 18 % (ГОСТ 6882-69 "Виноград сушеный без заводской обработки") из бункера I дозатором 2 подается в шнековое устройство 3, где винт выполнен разным шагом для равномерной подачи обрабатываемой массы. Из шнекового устройства 3 сушеный виноград подается в вертикальное дробильное устройство III и в результате удара штифтами штифтового барабана 5 по гроздьям ягоды отделяются от гребней, но остаются с плодоножками. Обработанная масса при выходе из дробильного барабана продувается наклонным воздушным потоком, раздробленные гребни отделяются от ягоды. Ягоды по определенной траектории падают на наклонный лоток 9

и за счет угла наклона его, ягоды с плоножками поступают через загрузочное окно 10 в очиститель плодоножек ягоды 11. Ягоды с плоножками попадают в зазор между щеточным 12 и внешним сетчатым барабанами 11 и в результате обтирания плодоножки удаляются. Отделенные плодоножки через ячейки сетчатого барабана попадают в бункер 13, а ягоды в бункер 14.

Очиститель недосушенного (подвяленного) винограда в соответствии с технологической схемой работает следующим образом (рис.2).

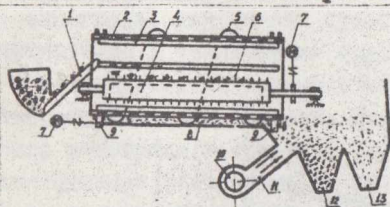


Рис. 2 Технологическая схема очистителя подвяленного винограда:

1-подающий транспортер; 2-цилиндрический перфорированный барабан (решето); 3-лопасти цилиндрического решета;4-штифтовый барабан; 5-внешний винт (шнек);6-штифты штифтового барабана;7-электропривод;8-полуцилиндрический желоб;9-опорные ролики; 10-вентилятор; 11-направитель наклонного воздушного потока; 12,13 - бункера для ягод и сорных примесей.

Грозди винограда подаются транспортером 1 во вращающийся цилиндрический перфорированный барабан 2 (цилиндрическое решето). Лопасти 3 этого барабана забирают грозди, поднимают на определенную высоту и сбрасывают на штифты 6 штифтового барабана 4, вращающегося с определенной частотой в одном направлении с цилиндрическим решетом 2. Ягоды отделяются от гребней как при ударе штифтами, так и от стенки цилиндрического решета. С одними и теми же гроздьями этот процесс повторяется до тех пор, пока не проходит длину штифтового барабана и тем самым обеспечивается полное отделение ягоды от гребней. Отделенные ягоды и мелкая часть раздробленных гребней через отверстия цилиндрического решета проходят в цилиндрический желоб 8 и с помощью винта 5 они перемещаются к выходу из желоба. Остальная часть ягод и гребней, которая не успела пройти через ячейки, перемещается к выходу и выгружается из цилиндрического решета 2, продувается наклонным воздушным потоком от вентилятора 10 с помощью наклонного направителя 11. При этом ягоды и гребни в зависимости от их физико-механических свойств по определенной траектории падают в бункера 12 и 13.

Определение количественных и качественных показателей процесса очистки проводилось на основе системы единичного объема, в котором имеется определенное начальное количество гребней (Γ) и ягод (Υ). Искомая закономерность полноты отделения гребней от ягод приобретает вид экспоненты:

$$\Gamma(t) = \Gamma(1 - e^{-\frac{t}{T}}) = \Gamma(1 - e^{-\delta t}) \quad (1)$$

где $\delta = \frac{1}{T}$ - постоянная времени, характеризующая скорость отделения гребней от ягод.

Для достижения наибольшего отделения гребней необходимо увеличивать время воздействия рабочего органа на грозди винограда, однако при этом также увеличивается возможность повреждения ягод и искомая закономерность имеет вид

$$\Upsilon(t) = \Upsilon - \sqrt{\Upsilon^2 - \delta \cdot t} \quad (2)$$

где $\delta = \frac{1}{T}$ - коэффициент, характеризующий механические воздействия, интенсивность и условия обработки сушеного винограда.

Анализ зависимостей (1) и (2) показывает, что для получения минимального количества поврежденных ягод надо уменьшить число воздействий на них.

На работу очистителя (рис. 1) большое влияние оказывает неравномерность потока подаваемой массы к дробителю. При изучении неравномерности лопастного дозатора воспользовались зависимостью $Q = f(\alpha)$, заменив частоту вращения через угол отклонения лопасти α

$$Q = \frac{1800}{\pi \cdot t} \cdot Z \cdot S \cdot l \cdot \rho \cdot \gamma \cdot d \quad (3)$$

где Z - число отсеков, S - площадь сечения отсека;
 l - рабочая длина лопасти; ρ - плотность материала;
 γ - коэффициент наполнения.

Коэффициент неравномерности определяли $Q_p(t) - Q_g(t) = \delta = Z_n$ исходя из значений расчетной Q_p и действительной Q_g подачи.

В качестве выравнивающего устройства нами был принят шнек с переменным шагом, в начальной части которого, находящейся под загрузочной воронкой, уменьшенный, а последующая часть имеет большой шаг. Это облегчает извлечение продукта и на конечном участке шнека с большим шагом материал увеличивает скорость, а его толщина уменьшается и при этом обеспечивается равномерность подачи с определенной толщиной.

Производительность шнека, как известно, определяется

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot S \cdot \pi \cdot f \cdot \varphi \quad (4)$$

где D - диаметр шнека; d - диаметр вала шнека; S - шаг винта шнека; π - скорость вращения; f - объемный вес транспортируемого материала; φ - коэффициент наполнения.

Однако по исследованиям К.В. Федюкова, коэффициент φ не выражает степень наполнения и рекомендует его называть коэффициентом производительности, состоящим из двух составных частей

$$\varphi = \varphi_n \cdot \varphi_s \quad (5)$$

где φ_n - коэффициент наполнения, показывающий степень наполнения объема шнека материалом; φ_s - коэффициент скорости, показывающий степень отставания материала от осевой скорости шнека.

Из формул (4) и (5) видно, что переменными факторами в этих формулах являются S , π , φ , которые влияют на производительность. Требуется изучение их влияния на производительность Q . При изменении шага шнека в пределах S_1 , S_2 , S_3 переход транспортируемого сушеного винограда из зоны с шагом S_1 в зоны S_2 и S_3 , соответственно S_3 , сопровождается переходным процессом, являясь функцией толщины слоя массы от времени переходного процесса $h = f(t)$ и описываясь уравнением

$$h(t) = h_{уст} \cdot e^{-\frac{t}{T}} \quad (6)$$

где $h_{уст}$ - установившаяся толщина слоя сушеного винограда в зоне шнека, соответствующей шагам S_1 , S_2 , S_3 .

Для дробления гроздей сушеного винограда и интенсивного удаления гребней, к ним необходимо подводить силовое возмущение, которое обеспечивало бы одновременно и неповрежденность ягоды. Грозди винограда после соударения штифтами (рис. I) будут иметь скорость, равную скорости штифтов, и при этом работа деформации равна

$$A_n = \frac{1}{2} [m(v - v_0)^2 + M \cdot v^2] \quad (7)$$

где m - масса гроздей сушеного винограда; M - масса штифтов;

v - скорость гроздей сушеного винограда и штифтов после удара; v_0 - скорость гроздей сушеного винограда до удара,

Из равенства (7) следует, что работа деформации возрастает

II

пропорционально квадрату окружной скорости штифтового барабана, а чрезмерное увеличение ее приводит к поврежденности ягод. Чтобы не допустить этого, импульс силы в момент удара должен быть $S < S_{кр}$.

Критический импульс силы, при котором ягоды сушеного винограда повреждаются $S_{кр} = m \cdot v_{доп}^2$, где $v_{доп}$ - допустимая скорость штифтов при ударе, которую выдержат ягоды. Исходя из этих условий, определим частоту вращения штифтового барабана

$$n < \frac{30}{\pi} \cdot \frac{v_{доп}^2}{r} \quad (8)$$

где r - радиус вращения средней точки штифта.

Полнота дробления гроздей зависит также от частоты столкновения с неподвижными и вращающимися штифтами или от расстояния h между ними, которое влияет на траекторию полета

$$X = l_x = v_0^2 \sqrt{2 \cdot h / g} \quad (9)$$

Полнота отделения ягод от гребней подвяленного винограда зависит (рис. 2) от частоты вращения цилиндрического решета, которая влияет на траекторию полета гроздей и частоту вращения штифтового барабана.

Частота вращения цилиндрического решета, при которой обеспечивается по определенной траектории падение гроздей на штифты штифтового барабана и полнота дробления определена

$$n_1 \leq \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g(3 \sin \alpha - \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi)}{R}} \quad (10)$$

где $\operatorname{tg} \varphi = f$ - коэффициент трения гроздей.

Частоту вращения штифтового барабана очистителя подвяленного винограда определили аналогично (8), исходя из допустимой скорости штифтов

$$n_2 < \frac{30}{\pi} \cdot \frac{v_{доп}}{R_{сп}} \quad (11)$$

При дроблении гроздей подвяленного винограда отделенные ягоды сквозь отверстия цилиндрического решета падают в полуцилиндрический желоб и оттуда уносятся внешним винтом для дальнейшей очистки их аэродинамическим потоком.

Условия прохода одиночной ягоды, имеющей толщину b' , в продолговатое отверстие шириной b должно быть $b > b'$, а длина

отверстий определится как

$$l \geq \frac{b}{2} + v_r \sqrt{\frac{2 \cdot b}{g}} \quad (12)$$

Определение законов движения массы подвяленного винограда в цилиндрическом решете при известных ее физико-механических свойствах позволяют установить условия прохождения ягод через отверстия.

Распределение массы подвяленного винограда вдоль направления воздушного потока зависит от угла его направления, скорости, коэффициента парусности ягод и гребней, их критической скорости и тогда рассеивание траектории движения ягод и гребней определится

$$t_{\text{гд}} = \frac{u \cdot \cos \beta}{v_{\text{кр}} - u \cdot \sin \beta} \quad (13)$$

Приведенные зависимости позволяют выявить картину качественного и количественного распределения массы подвяленного винограда по дальности полета.

В третьей главе изложены программа и методика экспериментальных исследований. Приведены описания технических средств, используемых при изучении неравномерности подачи массы сушеного винограда лопастным дозатором. Коэффициент производительности шнека с переменным шагом определялся нами аналитическим и опытным способами; аналитическим путем также определены основные размеры предлагаемого шнека с переменным шагом.

Опытным путем были определены допустимые скорости штифтовых барабанов и поврежденность ягоды установлена органолептическим способом. Для установления аэродинамических параметров определяли геометрические размеры ягоды подвяленного винограда $A = 11 \dots 23$ мм, $b = 8 \dots 13$ мм, $c = 6 \dots 9$ мм, масса одной ягоды $m_p = 0,63 \dots 2,1$ г. Размеры гребней составили $A = 24 \dots 86$ мм; $b = 2 \dots 6$ мм, $c = 2,1 \dots 4$ мм, масса одного гребня $m_{гп} = 0,19 \dots 0,71$ г. Ми-делево сечение ягод и гребней определяли аналитически $F_s = 65,4$ мм², $F_{гп} = 162,1$ мм².

Критическую скорость для крупных ягод и гребней определяли с помощью вертикальной цилиндрической прозрачной трубы, которая составила $v_{\text{кр.я}} = 11,7$ м/с; $v_{\text{кр.гп}} = 9,6$ м/с.

Коэффициент парусности для этих критических скоростей подсчитан аналитически и составил $K_{п.я} = 0,072$; $K_{п.гп} = 0,092$.

На процесс очистки сушеного и подвяленного винограда влияют

ряд факторов, значимости которых были определены методом априорного ранжирования. Полученные результаты обрабатывались методом математической статистики.

В четвертой главе приводятся результаты экспериментальных исследований и их анализ. Изучены некоторые физико-механические свойства подвяленного винограда с целью обоснования параметров рабочих органов и режима работы очистителя. Плотность подвяленного винограда при влажности 18 ... 55 % в дробленном виде составляет 386-674 кг/м³, а в недробленном - 325-632 кг/м³.

Коэффициент трения покоя f_n при той же влажности для гроздей ягод по листовой стали с гладкой поверхностью, соответственно, составляет - 0,64-1,07; 0,56-0,98; для листовой стали с решетками - 0,67-1,53; 0,62-1,37. Коэффициент трения движения $f_{дв}$ по листовой стали с гладкой поверхностью для гроздей - 0,56-0,98; для ягоды - 0,49-0,81, по листовой стали с решетками, соответственно, составляет 0,65-1,38 и 0,58-1,24.

При изучении неравномерности подачи лопастного дозатора получена зависимость производительности дозатора Q и массы одной порции m от его угла поворота лопасти α и времени t (рис. 3), т.е. $Q=f(\alpha; t)$ и $m=f(\alpha, t)$.

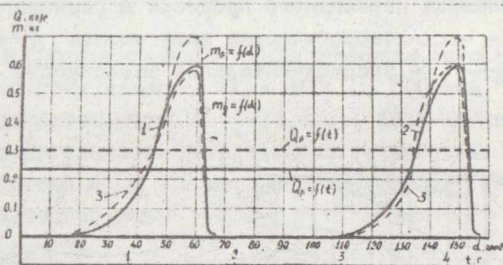


Рис.3 Производительность (Q) и масса одной порции (m) от угла поворота лопасти дозатора (α) и времени (t):

1,2-количество подаваемой массы, соответственно, одной и очередной лопастью; 3 - при повторной подаче той же массы.

Экспериментальное изучение коэффициента производительности (φ) шнека в зависимости от его частоты вращения (n) и шага S приведено на рис. 4. Зависимость $\varphi=f(n)$ представляет собой от-

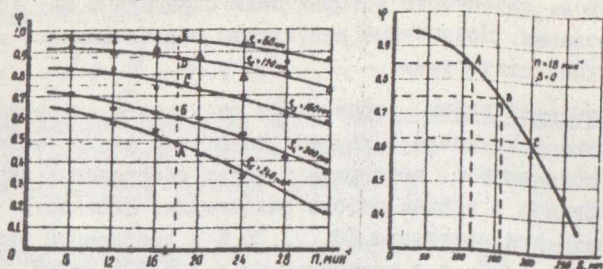


Рис. 4 Коэффициент производительности (ψ) шнека в зависимости от его частоты вращения (n) и шага (S)

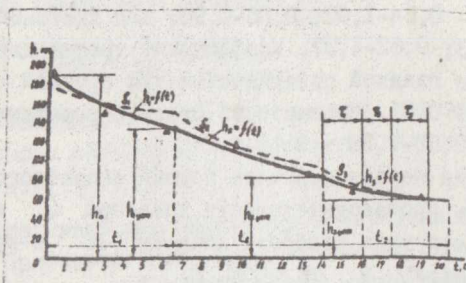


Рис. 5 Динамика переходного процесса в разношаговом шнеке:

--- - теоретическая зависимость $h_t = f(t)$;
 ——— - экспериментальная зависимость $h_e = f(t)$.

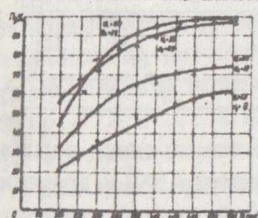


Рис. 6 Полнота дробления гроздей сушеного винограда (N_2) в зависимости от частоты вращения штифтового барабана (n) и от количества вращающихся (N_1) и неподвижных (N_2) штифтов.

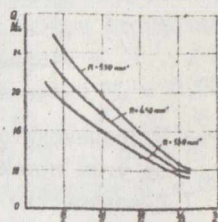


Рис. 7 Производительности (Q) дробителя в зависимости от числа вращающихся (N_1) и неподвижных (N_2) штифтов и числа оборотов (n) штифтового барабана.

рицательную кривизну, что объясняется тем, что φ обратно пропорционален n .

Результаты по изучению динамики переходного процесса приведены на рис. 5. Основной толщиной h слоя кишмиша при работе шнека $h_{з.г.т.}$, которая поступает в дробительное устройство.

При переходе кишмиша из зоны шнека с шагом S_2 в зону с шагом S_3 через 6-9 с устанавливается в среднем $h_{з.г.т.} = 60$ мм. Влияние изменения частоты вращения штифтового барабана n и количества вращающихся N_1 и неподвижных N_2 штифтов на полноту дробления гроздей P_g приведено на рис. 6, а на рис. 7 - изменение производительности Q дробителя в зависимости от количества N_1 и N_2 и числа оборотов штифтового барабана.

Из рис. 6 видно, что с увеличением числа штифтов из числа оборотов штифтового барабана полнота дробления возрастает, так как при этом увеличивается частота столкновения гроздей со штифтами и число протаскиваний их между ними. Зависимость (рис. 7) показывает, что при увеличении N_1 и N_2 производительность уменьшается, это объясняется тем, что из-за увеличения количества N_1 и N_2 полости дробителя начинают забиваться массой и время ее обработки увеличивается.

Динамика дробления гроздей сушеного винограда показана на рис. 8.

Проведенные экспериментальные опыты показали, что рациональными параметрами дробителя являются $n = 400 \dots 500 \text{ мин}^{-1}$, $N_1 = 28$ шт., $N_2 = 24$ шт. Производительность $Q = 14,4 \dots 15,2$ кг/мин, что соответствует производительности питательного устройства. Длина внешнего цилиндра дробителя $h_3 = 700$ мм, расстояние между его штифтами $h = 80$ мм, количество рядов - 6.

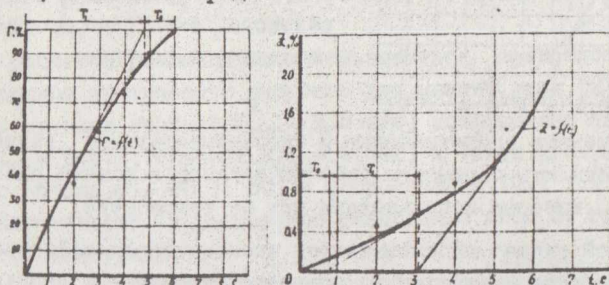


Рис. 8 Динамика отделения гребней и повреждение ягод сушеного винограда.

Активная длина штифтового барабана $l_{шт} = 500$ мм, количество рядов - 7, расстояние между штифтами то же $h = 80$ мм, а расстояние между вращающимися и неподвижными штифтами $h/2 = 40$ мм.

При определении влияния частоты вращения цилиндрического решета и штифтового барабана на полноту дробления гроздей подвяленного винограда предварительно опытным путем установили $v_{гол} = 0,14$ м/с при длине штифтов $l_{шт} = 120$ мм и получили зависимость $\Pi_g = f(\pi)$ (рис. 9).

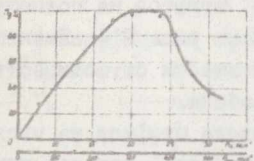


Рис. 9 Полнота дробления (Π_g) в зависимости от частоты вращения цилиндрического решета ($\pi_{ч}$) и штифтового барабана ($\pi_{шт}$).

При изменении $\pi_{шт} = 290 \dots 370$ мин⁻¹ увеличивается угловая скорость, соответственно, сила удара штифтами о грозди, а увеличение $\pi_{ч} = 19 \dots 24$ мин⁻¹ приводит к интенсивности падения гроздей на штифты штифтового барабана и в результате полнота дробления возрастает. Исходя из размеров ягод подвяленного винограда длина отверстий установлена $l = 24$ мм.

Изучение распределения массы подвяленного винограда при пневмосепарации показывает, что (рис. 10) основная часть ягод приходится на участок 10-70 см, на участке $l > 80$ см в основном падают шуплые и неполноценные ягоды. Эффективность очистки составила 98,3%. Рациональная скорость воздушного потока $v_g^* = 10,1 \dots 11,2$ м/с, угол наклона $\beta = 28 \dots 30^\circ$.

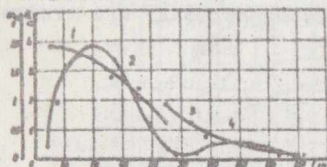


Рис. 10 Распределение массы подвяленного винограда по направлению воздушного потока.

Полученные теоретические и экспериментальные зависимости позволили определить параметры рабочих органов и режима работы средств механизации, которые использованы при ее разработке.

В пятой главе обосновывается экономическая эффективность внедрения средств механизации, позволяющая повысить производительность труда на 40-60%, а экономия на 1 т сушеной продукции составляет 90 - 110 руб/т.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Существующие технологии очистки сушеного винограда и средства механизации обладают недостатками:

некоторые машины предназначены только для очистки от гребней, а другие — только от плодоножек и перед операцией раздробления гребни предварительно не разделяются, что приводит к травмированию ягод и снижению полноты удаления плодоножек;

под конец сезона в хозяйствах накапливается недосушенный (подвяленный) виноград, подлежащий к очистке, а средства механизации для этого процесса отсутствуют и требуется их разработка.

2. При оценке характера неравномерности подаваемой массы лопастным дозатором определен коэффициент неравномерности $K_n = 0,032$.

3. Определены рациональные параметры шнека с переменным шагом: коэффициент производительности $\gamma = 0,58$; скорость вращения $n = 18 \text{ мин}^{-1}$, шаги шнека $S_1 = 120 \text{ мм}$, $S_2 = 160 \text{ мм}$, $S_3 = 200 \text{ мм}$, которые обеспечивают равномерность подачи в дробительное устройство.

4. Установлены диапазон изменения частоты вращения штифтового барабана дробителя $n = 400 \dots 500 \text{ мин}^{-1}$, количество вращающихся и невращающихся штифтов $N_1 = 28 \text{ шт.}$, $N_2 = 24 \text{ шт.}$, расстояние между ними $h = 40 \text{ мм}$, количество рядов, соответственно, 7 и 6, которые обеспечат полноту дробления гроздей и неповрежденность ягод.

5. Для обеспечения полноты дробления гроздей и неповрежденности ягод очистителем подвяленного винограда рекомендуется частота вращения штифтового барабана $n_{шт} = 290 \dots 370 \text{ мин}^{-1}$ цилиндрического решета $n_{р} = 19 \dots 24 \text{ мин}^{-1}$, длина отверстий решета $l = 24 \text{ мм}$.

6. В расчетах рекомендуется пользоваться зависимостями, обосновывающими критическую скорость для мелких ягод $v_{кр.м} = 11,7 \text{ м/с}$ и крупных гребней $v_{кр.к} = 9,6 \text{ м/с}$, коэффициент парусности ягод $K_{п.я} = 0,072$, гребней $K_{п.гр} = 0,092$, а также угол наклона воздушного потока $\beta = 28 \dots 30^\circ$ и скорость $v_p = 10,1 \dots 11,2 \text{ м/с}$, которые обеспечивают качественное разделение ягод от гребней подвяленного винограда.

7. Изучены и определены некоторые физико-механические свойства подвяленного винограда при влажности $W = (18 \dots 55) \%$:

плотность гроздей $\rho = 325 \dots 632 \text{ кг/м}^3$, ягоды $\rho = 386 \dots 674 \text{ кг/м}^3$; коэффициент трения покоя для гроздей $f_n = 0,64 \dots 1,07$, ягоды $f_n = 0,58 \dots 0,98$ - для гладкой поверхности, а для решетчатой (с отверстиями) поверхности коэффициент трения движения для гроздей $f_{дв} = 0,65 \dots 1,38$, ягоды $f_{дв} = 0,58 \dots 1,24$.

8. Разработана методика определения основных параметров очистителей сушеного и подвяленного винограда.

9. Созданы макетные образцы установок, применение которых повышает производительность труда на 40-60 % и экономия от внедрения составляет 90 ... 110 руб/т.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Сидельников В.М., Ким Я.С., Жаникулов Ш., Рахматов О. и др. Разработка, изучение и создание средств для производства кишмиша // Отчет о НИР / Ташкентск. ин-т инж. ирриг. и мех-ции с/х-ва. - Рег. № 01870030811, инв. № 0287.0033948. ВНИЦентр. - М., 1987. - 67 с.

2. Жаникулов Ш., Рахматов О. Очиститель подвяленного винограда. // Тез. докл. Всес. науч.техн. конф. молодых ученых и специалистов. - 7-II дек. 1987 г. - М., 1988. - С. 89.

3. Байдюк П.В., Жаникулов Ш., Ким Я.С., Рахматов О. и др. Разработка, изучение и создание средств для производства кишмиша: Отчет о НИР / Таш. ин-т инж. ирриг. и мех-ции с/х-ва. Рег. № 01870030811, инв. № 028800387808. - ВНИЦентр, М., 1989. - С. III.

4. Рахматов О. Механизация технологических процессов очистки подвяленного винограда. / Тез. докл. Респ. науч. практ. конф. молодых ученых и спец. 25-28 апреля 1988 г. - Ташкент, 1988. - С. 122-123.

5. Ким Я.С., Жаникулов Ш., Рахматов О и др. Исследование и разработка комбинированной сушки для получения подвяленного винограда: Отчет о НИР / Ташк. ин-т инж. ирриг. и мех-ции с/х-ва. - Рег. № 01880069253, инв. № 02890020449. - ВНИЦентр, М., 1989. - 73 с.

6. Жаникулов Ш., Ким Я.С., Рахматов О. и др. Создание опытного образца установок для сушки кишмиша: Отчет о НИР / Таш. ин-т инж. ирриг. и мех-ции с/х-ва. - Рег. № 01880069254, инв. № 02890033069. - ВНИЦентр, М., 1989. - 20 с.

7. Байдоқ П.В., Искандаров З.С., Ёсупов А.М., Жаникулов Ш., Рахматов О. Устройство для укладки и сушки гроздей винограда. // Решение ВНИИГПЭ о выдаче авторского свидетельства по заявке № 4615751/30-13 (168304) от 28.06.89 г.

8. Байдоқ П.В., Жаникулов Ш., Рахматов О. Механизированная очистка кишмиша. // Сельское х-во Узб. - 1989. - № 8. - с.33-34.

9. Рахматов О., Жаникулов Ш. Очистка сушеного винограда активными рабочими органами. // Тез. докл. УИ Всес. научно-техн. конф. 2-4 дек. 1989 г. - М., 1989. - с.381.

10. Байдоқ П.В., Рахматов О., Жаникулов Ш., Ким Я.С., Искандаров З.С. Устройство для отделения ягоды винограда от гребней. // Решение ВНИИГПЭ о выдаче авторского свидетельства по заявке № 4410395/30-13/058840 от 21.12.89 г.

11. Байдоқ П.В., Ёсупов А.М., Искандаров З.С., Соломов Х.Т., Ким Я.С., Жаникулов Ш., Рахматов О. Устройство для сушки сельскохозяйственных продуктов. // Решение ВНИИГПЭ о выдаче авторского свидетельства по заявке № 4660290/134575 от 29.01.90 г.

12. Байдоқ П.В., Искандаров З.С., Ёсупов А.М., Жаникулов Ш., Ким Я.С., Рахматов О. Устройство для регулирования производительности вентилятора. // Решение ВНИИГПЭ о выдаче авторского свидетельства по заявке № 4685124/25-06/060020 от 27.02.90 г.

13. Жаникулов Ш., Рахматов О. Устройство для отделения ягод винограда от гребней. // Информ. листок о научно-техн. дост. УзНИИТИ. - Ташкент, 1990.

14. Жаникулов Ш., Рахматов О. Калибровка ягод кишмиша по их электрофизическим свойствам. // Энергосберегающее электрооборудование для АПК: Тез. докл. II Всес. научно-техн. конф., октябрь 1990 г. - М.: ВДНХ СССР, с. 60.

15. Рахматов О., Жаникулов Ш. Технические средства очистки сушеного винограда. // Тез. докл. научно-практ. конф. 25-27 окт. 1990 г. - Ч.Ш. - Фрунзе, 1990. - с.80-81.

16. Жаникулов Ш., Рахматов О. Механизация процессов очистки подвяленного винограда. // Тр. ин-та./Ташкентск. ин-т инж. ирр-ции и мех-ции с/х-ва. - 1990. - с.49-53.

17. Рахматов О. Совершенствование технологии очистки сушеного винограда. // Тр. ин-та./ Ташкентск. ин-т инж. ирр-ции и мех-ции с/х-ва. - 1990. - с.76-82.

Лавров