

ля концентрации СМР в молочной промышленности из-за низкой их чувствительности к измеряемым параметрам. Другие обладают высокой чувствительностью и точностью, но очень сложны и дорогостоящи, что также исключает их применение для контроля СМР.

Анализ состояния вопроса подтверждает:

1) в настоящее время отсутствуют обоснованный технический способ и устройство, позволяющие контролировать в производственных условиях концентрацию СМС и загрязнений моющих растворов в молочной промышленности;

2) наиболее эффективными и целесообразными информативными параметрами контроля концентрации СМР являются электропроводность, скорость распространения ультразвука в растворах и их оптическая плотность. Техническая реализация устройства контроля этих параметров может быть не сложной и обеспечит контроль моющих растворов на ионно-молекулярных уровнях с достаточной точностью.

3) не разработаны математические модели контроля концентрации СМР, дающие возможность теоретически исследовать зависимости основных информативных па-

раметров от концентрации растворов и влияющего температурного фактора. Недостаточно изучено истощение СМС от накопления загрязнений, а также нет данных о зависимости изменчивости основных характеристик СМР;

4) не обоснованы технологические допуски на точность контроля концентрации.

Состояние вопроса указывает на актуальность проведения дальнейших исследований проблемы контроля концентрации СМР, применяемых на предприятиях молочной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация процесса очистки молочного оборудования. // Сборник докладов МНТК «Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники», –БГСХА. ч.1, ч.2,1998.

2. Автоматическая система оптимального управления параметрами моющих растворов. // Сборник докладов МНТК «Современные технологии в ремонтно-обслуживающем машиностроительном производстве АПК», –Мн., 2000.

УДК 631.358: 634.7

ГИДРОТРАНСПОРТ В ПРОМЫШЛЕННОЙ УБОРКЕ ЯГОД

В.М.Гришук, ассистент (УО БГАТУ)

Сельскохозяйственное производство является одной из отраслей, которые быстро реагируют на современные требования к качеству выпускаемой продукции. С учетом этого все более высокие требования предъявляются и к маши-

нам, которые задействованы в процессе агропроизводства.

Промышленное возделывание брусничных культур также не остается в стороне от этих процессов, поэтому происходит постоянное улучшение технического уровня развития данного производства.

Ранее в работе [1] рассматривался один из вариантов усовершенствования устройства для отделения ягод клюквы крупноплодной. Были кратко описаны литературные и патентные исследования в данном направлении, большое внимание уделено теоретическому обоснованию параметров предлагаемого технического средства.

Однако отделение ягод является не единственной операцией в технологии промышленной уборки, которая требует более совершенных или даже принципиально новых машин. Поэтому в данной статье, в продолжение предыдущей, более подробно остановимся на операции выборки отделенных ягод из воды.

В настоящее время данная операция осуществляется с использованием транспортера (рис. 1), который устанавливается

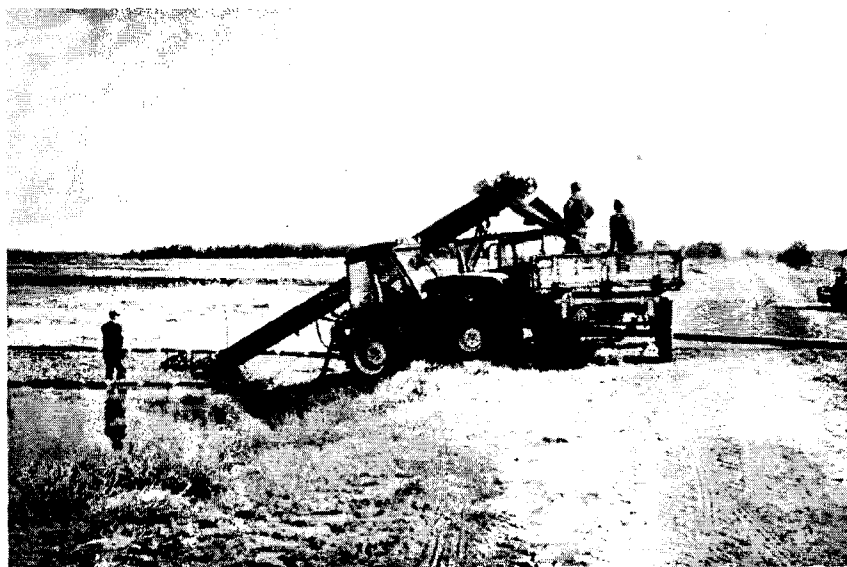


Рис. 1. Выборка ягод из воды с использованием транспортера

на дамбе промышленного чека и оборудован гидроприводом рабочих органов. Этот способ в настоящее время наиболее распространен в ягодоводческих хозяйствах, однако он

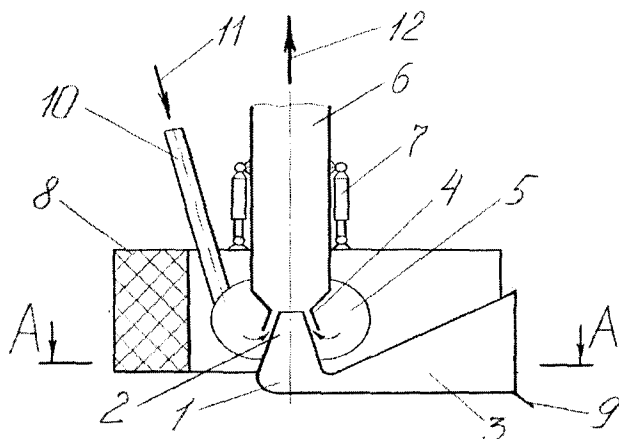


Рис. 2. Устройство для уборки ягод с поверхности воды (расшировка элементов по тексту)

имеет ряд недостатков. Но если отметить наиболее существенный, то он заключается в следующем: ягодную массу, которая находится на поверхности воды вдоль одной из дамб (в ветреную погоду) или же по всему чеку (ветер небольшой), необходимо специальными устройствами сгребать и подводить в активную зону транспортера, что требует больших затрат труда и времени.

Авторским коллективом был разработан принципиально новый способ осуществления данной операции и предложен вариант конструкции устройства, которое обеспечило бы ее выполнение.

Сущность решения заключается в следующем. Создается эжектированный всасывающий поток, захватывающий плавающие ягоды клюквы вместе с водой и перемещающий смесь на разделительную сетку.

Устройство для уборки клюквы, обеспечивающее описанный выше процесс (рис. 2), включает приемную камеру 1, переходящую в конический патрубок 2, снизу соединенную с подборщиком 3 клиновидной формы, расширяющимся по ходу движения. Сверху конический патрубок входит в диффузор 4 с зазором для сообщения с кольцевой камерой 5. На транспортном трубопроводе 6 закреплено регулировочное приспособление 7, связанное с понтоном 8. На нижней стенке подборщика, впереди по ходу движения, закреплена гребенка 9. Через трубопровод 10 подводится вода из насоса (по стрелке 11). Поток воды с ягодами подается на разделительную сетку накопителя (по стрелке 12).

Во время работы машина движется по дамбе, а навешанное на нее устройство опускают на воду с погружением нижней стенки подборщика 3 на заданную глубину, обеспечивающую захват плавающих ягод клюквы. Для этого регулировочным приспособлением 7 изменяют положение понтона 8 относительно транспортного трубопровода 6, а с ним относительный подъем или погружение подборщика 3.

При движении машины плавающие ягоды клюквы поступают в подборщик 3 и смешаются вдоль его стенок к входу в приемную камеру 1. Одновременно с движением машины по трубопроводу 10 от насоса (по стрелке 11) обеспечивается подача воды в кольцевую камеру 5 и, проходя через диффузор 4, вода создает разрежение в коническом патрубке 2 приемной камеры 1. Вследствие этого поток воды с ягодами поступает в приемную камеру 1 и через конический патрубок 2 по транспортному трубопроводу 6 подается на разделительную сетку накопителя (по стрелке 12). Гребенка 9 вычесывает ягоды, застрявшие в растительном покрове чека и способствует попаданию их в подборщик 3.

Вследствие применения в предлагаемом устройстве эжектированного всасывания, ягоды клюквы движутся в потоке воды вдоль обтекаемых поверхностей подборщика, приемной камеры, конического патрубка, диффузора, транспортной трубы и не повреждаются. Предварительные расчеты показывают, что уборка клюквы крупноплодной по предложенному способу с использованием указанного устройства позволяет на 15...20 % повысить производительность труда. При этом исключается необходимость перемещать все ягоды, отделенные на чеке, к месту расположения стационарного транспортера, как это имеет место при существующей технологии. Для обеспечения уборки ягод клюквы машиной, перемещающейся по периметру, достаточно их смещения к дамбам.

Однако для того, чтобы предложенное устройство успешно работало, необходимо обосновать его конструктивные параметры, на которые, естественно, будут влиять характеристики рабочей смеси, транспортируемой по трубопроводам. Так как основными компонентами рабочей смеси будут являться вода и ягоды, то их и нужно рассмотреть с точки зрения гидравлических характеристик. Сама по себе вода как объект транспортирования изучена достаточно, поэтому стоит уделить внимание лишь гидравлическим свойствам ягод.

Способность ягод плавать в жидкости называется флотационностью. Наиболее важными параметрами ягод, влияющими на флотационность, являются их размеры, форма, плотность и особенности взаимодействия с жидкостью. Флотационные свойства плодов ягодных культур являются основным показателем при исследовании закономерностей движения их в потоке жидкости, влияющим на равномерное распределение ягод в потоке.

Если жидкость находится в спокойном состоянии, то ягоды могут принимать в ней три состояния:

- 1 – семена тонут ($P_a < G_j$);
 - 2 – плавают по поверхности жидкости ($P_a > G_j$);
 - 3 – плавают в погруженном состоянии ($P_a = G_j$);
- где P_a – архимедова сила; G_j – собственный вес ягод.

Отсюда следует вывод, что флотационные свойства ягод являются характеристикой расслоения рабочей смеси, отрицательно влияющей на энергетические показатели эжекторной уборочной машины. При этом скоростную характеристику расслоения рабочей смеси можно описать гидравлической крупностью ягод, определяемой скоростью падения (всплытия) отдельных компонентов водно-ягодной смеси в

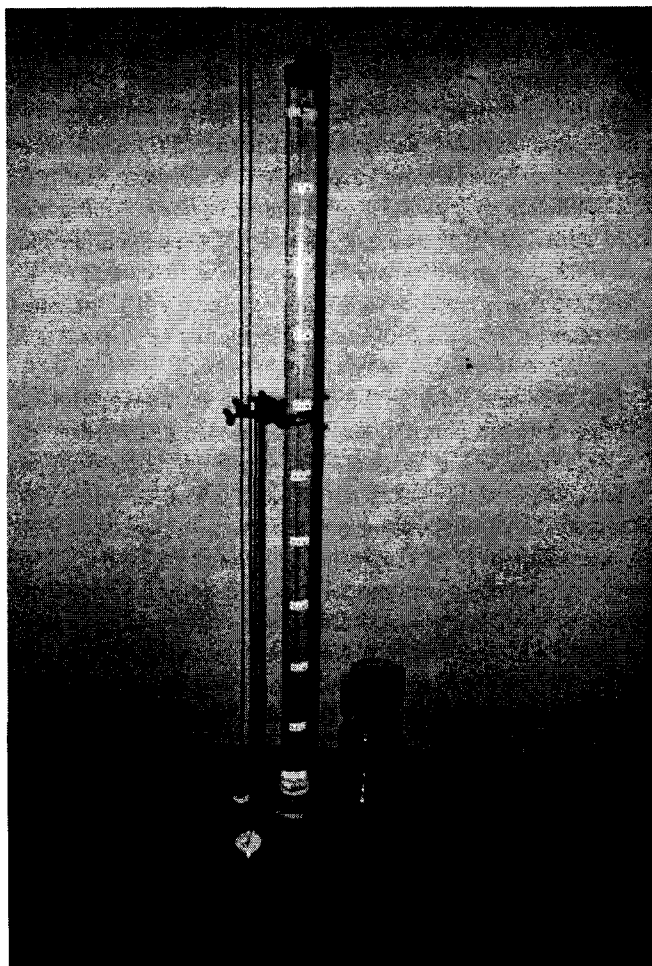


Рис. 3. Лабораторная установка для определения гидравлической крупности ягод клюквы крупноплодной

спокойной воде.

Гидравлическую крупность ягод клюквы крупноплодной определяли по следующей методике [2]. Для каждой размерной группы (фракции) ягод брали навески по 40 штук и опускали каждую ягоду поочередно специальным приспособлением на дно стеклянного сосуда (трубы) диаметром 38 мм, оборудованного шкалой (рис. 3), с высотой водяного столба 1 м при температуре 20 °С. Секундомером измеряли время прохождения ягодой расстояния 1 м.

В табл. 1 приведены результаты определения гидравлической крупности ягод клюквы крупноплодной и доверитель-

ные интервалы для математического ожидания [5].

Надо отметить, что гидравлическая крупность ягод отражает характер движения рабочей смеси в трубопроводе уборочной машины. Для того чтобы рабочая смесь подавалась стабильным потоком, необходимо обеспечить скорость транспортирования ее выше критической ($V_{кр}$).

Следовательно, при $V_{р.с.} < V_{кр}$ трубопровод уборочной машины будет забиваться, нарушая непрерывность технологического процесса.

Анализ литературных источников показал наличие ряда формул, по которым определяют критическую скорость ($V_{кр}$) движения частиц грунта по напорным пульповодам [3].

Для предварительного определения критической скорости передвижения ягод в трубопроводах наибольший интерес представляет формула Г. Н. Роера [3]

$$V_{кр} = 8,72 \cdot D^{0,473} \cdot [(\gamma_n - \gamma_0) \cdot W]^{0,326} \cdot \frac{\gamma_a^{0,0814}}{\Delta^{0,17}}, \quad (1)$$

где D – диаметр трубопровода, м;

γ_n – плотность пульпы (рабочей смеси), т/м³;

γ_0 – плотность воды, т/м³;

γ_a – плотность частиц (ягод), т/м³;

W – скорость всплытия (падения) ягод в спокойной воде (гидравлическая крупность), м/с;

Δ – активная шероховатость у дна трубопровода, м.

$$\Delta = (d_{95}^{0,6} + 0,5) \cdot \left(\frac{\gamma_n}{1,075} \right)^{5,88}, \quad (2)$$

где d_{95} – крупность частиц, мм.

Из формулы (2) следует, что на критическую скорость транспортирования частиц большое влияние оказывает плотность рабочей смеси, гидравлическая крупность компонентов и диаметр трубопроводов коммуникаций.

Плотность рабочей смеси конкретной группы сложности определим по общей формуле:

$$\gamma_{р.с.} = \frac{100 + \Pi}{100 + \frac{\Pi}{\gamma_k}}, \quad \text{т/м}^3, \quad (3)$$

где Π – количество компонентов в рабочей смеси, вычисленное в % от массы воды;

γ_k – плотность компонентов в плотной массе без пор, т/м³.

1. Гидравлическая крупность ягод клюквы крупноплодной

Фракции ягод	Гидравлическая крупность, м/с	
	среднее значение	доверительный интервал
Крупные (длина ягоды >15 мм)	0,2166	0,4684
Средние (13 мм ≤ длина ягоды ≤ 15 мм)	0,1934	0,2776
Мелкие (длина ягоды < 13 мм)	0,1695	0,0296

$$\gamma_k = \frac{1}{m} \cdot (\gamma_a + \gamma_l + \gamma_c), \quad (4)$$

где m – количество компонентов, составляющих рабочую смесь;

γ_a – плотность ягод в плотной массе, т/м³;

γ_l – плотность листьев в плотной массе, сорванных при отделении ягод и находящихся на поверхности воды, т/м³;

γ_c – плотность стеблей в плотной массе, сорванных при отделении ягод и находящихся на поверхности воды, т/м³.

Однако, учитывая то, что суммарное содержание в плотной массе листьев и стеблей не превышает 5-7 % [4], можно в приближенных расчетах данные компоненты не учитывать.

Теоретические исследования показывают, что плотность рабочей смеси зависит от степени насыщения ее частицами твердых компонентов, т.е. от массовой консистенции, определяемой по формуле:

$$M_a = \frac{\gamma_{p.c.} - \gamma_0}{\gamma_k - \gamma_0} \cdot \frac{\gamma_k}{\gamma_{p.c.}}. \quad (5)$$

Изменение массовой консистенции рабочей смеси активно влияет на изменение технико-экономических показателей процесса подбора ягод с поверхности воды, следовательно, в производственных условиях необходимо стремиться к достижению плотности рабочей смеси, близкой к ограниченной технической возможностью уборочной машины.

Используя полученные формулы, критическую скорость транспортирования рабочей смеси по трубопроводам целесообразно определять с учетом наибольшей крупности частиц твердых компонентов. Такими компонентами в рабочей смеси являются ягоды клюквы крупноплодной.

На основании данных о механических свойствах ягод можно получить приближенные формулы для расчета критической скорости транспортирования рабочей смеси для различных фракций ягод. Используя формулу (1), получаем зависимости, описывающие критические скорости транспортирования ягод клюквы крупноплодной (плотность ягод приблизительно 0,2...0,5 т/м³ [4]). Очевидно, что с возрастанием плотности транспортируемого компонента возрастает критическая скорость транспортирования рабочей смеси. Поэтому есть смысл определять критические скорости для различных фракций ягод при наибольшей плотности, т.е. при $\gamma_a = 0,5$ т/м³. Плотность рабочей смеси в таком случае составит около 0,74 т/м³ [6].

$$\begin{aligned} V_{кр}^k &= 3,531 \cdot D^{0,473}, \\ V_{кр}^c &= 3,403 \cdot D^{0,473}, \\ V_{кр}^m &= 3,260 \cdot D^{0,473}. \end{aligned} \quad (6)$$

Следовательно, критическую скорость транспортирования рабочей смеси с компонентами различной линейной крупности необходимо выбирать по компоненту, имеющему наибольшую критическую скорость при наибольшей плотности рабочей смеси. Поэтому за критическую скорость рабочей смеси принимаем критическую скорость крупной фракции ягод. Учитывая все вышесказанное, можно определить диаметр трубопроводов уборочной машины

$$\frac{4Q}{\pi D^2} \geq V_{кр}, \text{ т.е. } \frac{4Q}{\pi D^2} \geq 3,531 \cdot D^{0,473}, \quad (7)$$

где Q – расход рабочей смеси, пропускаемой по трубопроводам, м³/с.

После преобразований имеем следующее неравенство, характеризующее зависимость диаметра трубопроводов от расхода рабочей смеси

$$\frac{\ln(0,361 \cdot Q)}{2,473} \geq \ln D. \quad (8)$$

Откуда

$$D \leq (0,361 \cdot Q)^{\frac{1}{2,473}}, \text{ м.} \quad (9)$$

Для рабочих смесей, насыщенных твердыми частицами разных размеров (различные фракции ягод), необходимо подбирать диаметр трубопроводов, обеспечивающий широкий диапазон заданных расходов (Q) и критических скоростей ($V_{кр}$), гарантирующий надежный непрерывный технологический процесс захвата ягодной массы с поверхности воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мисун Л.В., Гришук В.М. Совершенствование машины для уборки ягод на воде. // «Агропанорама». 2004, № 1
2. Кондратьев В.Н. Разработка технологий и средств механизации для биологических закреплений откосов: Дис... д-ра техн. наук. – Мн., 1994. – 651с.
3. Царевский А.М. Гидромеханизация мелиоративных работ. – Л.: Машиностроение, 1963. – 400 с.
4. Мисун Л.В. Научные и технологические основы производства крупноплодной клюквы. – Мн.: Бел. изд. товарищество «Хата», 1995. – 135с.
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
6. Технология промышленного выращивания клюквы крупноплодной на получение ягодной продукции / Е.А. Сидорович, Н.Н. Рубан, А.В. Шерстникина и др. – Мн.: БелНИИТИ, 1992. – 120 с.
7. Авторское свидетельство № 1027345 (СССР). Устройство для разработки и транспортирования грунтов. – 07.07.1983г., бюл. № 25.
8. Авторское свидетельство № 165109 (СССР). Кольцевой гидроэлеватор. – 04.09.1964г., бюл. № 17.