

УДК 662.02 + 614.31

С.Д. Угрюмова, И.В. Панюкова, Н.А. БарташевичДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ОСОБЕННОСТИ ИСТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ИЗ НАСАДОЧНОГО УСТРОЙСТВА
С ТУРБУЛИЗУЮЩИМИ ВСТАВКАМИ**

Эффект налипания масляной пленки на внутреннюю поверхность пресса уменьшается путем увеличения скорости подачи струи размывающей жидкости и усовершенствованием конструкции насадочного устройства, предусматривающего использование спиральных, вибрационных вставок и перегородок в проточной части подающего шланга.

Ключевые слова: масляная пленка, суммарная скорость, насадочное устройство.

S.D. Ugryumova, I.V. Panjukova, N.A. Bartashevich**FEATURES OF THE EXPIRATION OF THE LIQUID FROM DEVICES
WITH INSERTS**

The effect of sticking of an oil film decreases for an internal surface of a press by increase in speed of giving of a stream of a washing away liquid and design improvement the device providing use of spiral, vibrating inserts and partitions in a flowing part of the submitting hose.

Keywords: an oil film, total speed, the device.

В рыночной экономике наиболее привлекательной и конкурентоспособной растениеводческой культурой для Приморского края является соя.

Семена сои состоят в среднем на 37-39 % из белков, на 17-20 % – из жиров и на 22-35 % – из углеводов. Человек в своем меню использует 160 блюд из сои. В Китае считают, что блюда из сои обладают целительной силой.

Производство соевого масла в условиях фермерско-крестьянского хозяйства позволяет производить прекрасный товар, пользующийся высоким спросом – соевое масло, и готовить жмых как ценный корм для животных.

Соевое масло по своим пищевым качествам и жирокислотному составу соответствует требованиям, предъявляемым к растительным маслам, рекомендуемым для питания и лечебно-профилактического использования, сопоставимо с высшими сортами растительных масел (оливковым, кукурузным и др.), обеспечивает организм жирными кислотами – линолевой и линоленовой, – необходимыми для полноценного питания. Соевое масло предпочтительно не только благодаря его функциональным и питательным свойствам, но и потому, что для мирового рынка оно является обильным экономичным источником пищевого масла с устойчивыми качествами.

Современные технологии производства растительных масел включают в себя операции подготовки семян к переработке и хранению; подготовительные операции, связанные с подготовкой семян к извлечению масла; операции маслоотделения прессованием или экстракцией; операции первичной и комплексной очистки масла.

Для сельскохозяйственного производителя, такого как крестьянское хозяйство, которому необходимо произвести товар – соевое масло – и обеспечить собственное животноводство качественным кормом, оптимален способ извлечения масла прессованием.

При эксплуатации маслоотжимающих прессов особое внимание уделяется обработке труднодоступных мест, рабочих органов, отверстия в которых забиваются продуктом, а также лотков и форм, в которых при прессовании продукт налипает на внутреннюю по-

верхность. Современная технология производства растительного масла характеризуется наличием в загрязнении высокого содержания не только влаги, но и растительного жира с высокой точкой плавления: в зависимости от вида технологического оборудования, используемого при производстве соевого масла.

В процессе переработки семян сои такие составляющие, как жир, минеральные соли вместе с уже отжатым маслом осаждаются на внутренней поверхности пресса в виде пленок или слоев, представляющих собой гомогенную фазу. Состав этих слоев загрязнений зависит от вида перерабатываемого исходного сырья и условий его переработки. На структуру загрязнений кроме адсорбционных свойств влияют также периодичность и качество проводимой обработки оборудования и состав моющих средств, используемых в процессе мойки и дезинфекции.

Загрязнения на поверхности оборудования, соприкасающегося с высокожирным сырьем, отличаются мажущей маслянистой консистенцией, прочно адсорбированной на поверхности и практически не удаляемой водой температурой ниже 30 °С.

На наружных и внутренних поверхностях пресса и автоматов фасовки и розлива масла обнаруживаются, кроме жира, техническое масло и различного рода механические примеси. В составе этих примесей чаще всего встречаются взвешенные в воздухе частицы атмосферной и производственной пыли, постоянно присутствующей во влажных производственных помещениях с системой приточно-вытяжной вентиляции. Известно, что металлические поверхности легко смачиваются полярными жидкостями, к которым в первую очередь относится вода (влаги), являющаяся фактически сорбентом частиц пыли на поверхности оборудования [1, 3].

Для обработки внутренних стенок пресса нами разработана механизированная установка, состоящая из напорного трубопровода для подачи моющего раствора, пистолета с насадочной головкой, позволяющего увеличивать угол распыла и длину подачи струи жидкости в проточной части пресса.

В настоящем исследовании рассматриваются так называемые «закрученные» потоки жидкостей, образующиеся, например, при вводе потока в трубу через тангенциальные касательные к внутренней поверхности трубы каналы. В таком потоке жидкость совершает поступательно-вращательное движение, т.е. одновременно с движением вдоль оси трубы вращается моющая жидкость дополнительно вокруг оси трубы. Такое же течение наблюдается и при обработке внутренней поверхности пресса по завершении технологического процесса. Скорость поступательного движения жидкости вдоль оси трубы в дальнейшем обозначается через w_o , а скорость вращательного движения – через w_ϕ . Линии тока, как показали визуальные наблюдения, имеют форму винтовых линий.

Вихревые движения жидкости возникают в различного рода центробежных устройствах – центробежных форсунках, проточных центрифугах, центробежных холодильниках и т.п.

Из сказанного видно, что при поступательно-вращательном течении жидкости по трубе наблюдаются две области движения. Собственно жидкость течет в кольцевом зазоре, прилегающем к стенкам трубы и заключенном между радиусом трубы $D/2$ и радиусом вихря r_v . Внутри этого кольцевого зазора жидкость движется вдоль трубы со скоростью w_o и вращается со скоростью w_ϕ , удовлетворяющей условию сохранения момента скорости. Вдоль оси трубы образуется цилиндрическая полость радиусом r_v . В этой полости жидкости нет; она или пуста, или заполнена воздухом (в том случае, когда труба сообщается с атмосферой); если учесть способность жидкостей испаряться, то будет ясно, что в этой полости будут находиться также пары жидкости. Заполняющие полость воздух или пары жидкости вращаются со скоростью, равной ar , т.е. как твердое тело; по этой причине полость называют воздушным или паровым вихрем.

При вязком течении моющего раствора действует направленная противоположно движению сила вязкости, характеризуемая коэффициентом сопротивления ζ . Вследствие этого давления жидкости вдоль трубы (насадочного устройства) можно описать уравнением вида:

$$\frac{dp}{dl} = -\frac{\xi w^2}{2vD}. \quad (1)$$

где p – давление, Н/м²; l – длина участка, м; ξ – коэффициент гидравлического сопротивления; w – скорость, м/с; D – диаметр трубы, м.

Из-за действия сил вязкости будет также убывать вдоль трубы и момент скорости $M = w_{\varphi} r$.

Чтобы найти уравнение для изменения скорости поступательного движения жидкости по трубе, рассмотрим изменение количества движения жидкости на участке трубы длиной dl . Радиус вихря при вязком течении по трубе является переменной величиной; на участке трубы dl он изменяется на величину dr_{ϵ} , а сечение кольцевого зазора, через который течет жидкость, соответственно на $2\pi r_{\epsilon} dr_{\epsilon}$. Вследствие этого количество движения жидкости вдоль оси трубы изменится за единицу времени на величину $\frac{w^2}{\nu} 2\pi r_{\epsilon} dr_{\epsilon}$. Но изменение количества движения должно равняться импульсу действующих за то же время сил, т.е. силам давления и сопротивления.

Поступательная скорость жидкости при поступательно-вращательном течении жидкости из насадочного устройства не может непрерывным образом перейти через значение

скорости $w_0 = w_{\varphi} \sqrt{\frac{\frac{D^2}{4} - r_{\epsilon}^2}{2r_{\epsilon}^2}}$, и эта скорость представляет собой предельную, или критическую, скорость течения жидкости.

В данной трубе скорость поступательного движения жидкости может достигнуть лишь этого критического значения, но не более; по достижении критического значения скорости движение жидкости из стационарного превращается в пульсирующее. Участок шланга, на котором достигается критическая скорость, называется предельной длиной шланга.

Коэффициент сопротивления ξ в случае поступательно-вращательного течения жидкости определяется формулой

$$\xi = \frac{n'}{\text{Re}^m \left(1 - \frac{2r_{\epsilon}}{D}\right)^{1+m}}, \quad (2)$$

где n' – численный коэффициент; Re – число Рейнольдса wD/ν ; а показатель степени m при числах Рейнольдса до 10^3 равняется $\frac{1}{4}$ [2, 5].

Задача сводится к интенсификации движения вязкой жидкости у твердой поверхности, т.е. к турбулизации пристенного пограничного слоя, толщина которого увеличивается в зависимости от налипания слоя масла на внутреннюю поверхность прессы. Турбулизация пограничного слоя может быть достигнута не только за счет увеличения скорости набегающего потока, но и за счет колебания потока, а также за счет движения поверхности (вращение, вибрация поверхности). Так, при вращении цилиндра в неограниченном объеме частицы жидкости вследствие вязкости вовлекаются в круговое движение. Частицы жидкости, находящиеся на поверхности, движутся с такой же скоростью, с какой вращается контур цилиндра; по мере удаления от поверхности скорость движения жидкости уменьшается, а вдали от нее практически отсутствует. Вращение цилиндра приводит к значи-

тельному увеличению скорости его обтекания. При этом увеличение скорости не сопровождается повышением гидравлического сопротивления, определяемого формой тела. Таким образом, приращение может быть использовано как один из способов интенсификации переноса тепловой энергии [4].

Суммарная скорость моющего раствора может быть определена как

$$w_c^2 = w_o^2 + w_\varphi^2 + w_{\text{вибр.}}^2. \quad (3)$$

Эффективная скорость составит, м/с:

$$w_c = \sqrt{w_o^2 + w_\varphi^2 + w_{\text{вибр.}}^2} \quad (4)$$

где $w_{\text{вибр.}}$ – вибрационная составляющая скорости, м/с.

Величина вибрационной скорости $w_{\text{вибр}}$ способствует увеличению суммарной эффективной скорости и достигается за счет изменения конструкции насадочного устройства (вибрационных вставок – завихрителей). Суммарная скорость подаваемого моющего раствора, как показали экспериментальные исследования, увеличивается на 18 %.

При постановке эксперимента и обработке опытных данных нами принято условно, что, начиная с передней кромки трубы или насадочного устройства, устанавливается турбулентный режим течения по всему сечению потока, включая и пограничный слой.

Представленный теоретический и экспериментальный материал подтверждает, что эффект налипания на внутренней поверхности пресса, способствующий изменению суммарной скорости движения моющего раствора, может быть уменьшен путем разработки режимных характеристик подачи струи размывающей жидкости и усовершенствования конструкции насадочного устройства, предусматривающего использование спиральных, вибрационных вставок и перегородок в проточной части насадок.

Список литературы

1. Барташевич Н.А., Колмаков Е.А. Теоретические основы процесса маслоотделения шнековым прессом семян сои // Аграрная наука Дальневосточного федерального округа в новом тысячелетии. – Уссурийск: ПХСХА, 2003. – С. 96-98.
2. Угрюмова С.Д. Активные методы интенсификации теплообмена в вязких жидкостях // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. – М., 1988. – № 3. – С. 3-12.
3. Барташевич Н.А., Сироткин Н.И. Оптимизация поточно-технологической линии миницефа по отжиму соевого масла в крестьянских хозяйствах // Аграрная политика и технология производства сельскохозяйственной продукции в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. – Уссурийск: ПГСА, 2001. – С. 291-293.
4. Бузник В.М. Интенсификация теплообмена в судовых установках. – Л.: Судостроение, 1969. – 369 с.
5. Вукалович М.П., Новиков И.И. Техническая термодинамика. – М.: Энергия, 1968. – 495 с.

Сведения об авторах: Угрюмова Светлана Дмитриевна, доктор технических наук, профессор;

Панюкова Ирина Владимировна, аспирант, e-mail: strekoza84i@mail.ru;

Барташевич Николай Александрович, кандидат технических наук, доцент.