

теля, сдваивателя разостланных лент и пресс-подборщика, который поднимает ленту приготовленной тресты и формирует ее рулоны. Приведена энергетическая оценка погрузчика рулонов и тракторно-транспортных агрегатов, осуществляющих их транспортирование.

Ключевые слова: льноотреста, производство, средства механизации, использование, энергоёмкость, производительность.

A. Limont Energy valuation of machine units in the process of flax stock production

It has been conducted energy evaluations of a flax harvesting combine unit by spreading a flax straw ribbon for its dew retting, of machine units complemented with a tedder, a turner, a doubler of spread ribbons and a pickup baler gathering a ribbon of made stock and forming its rolls. It has been presented the energy evaluation of a roll loader and tractor-transport units transporting them.

Key words: flax stock, production, means of mechanization, use, energy capacity, productivity.

Стаття надійшла в редакцію: 21.09.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Кундера Ч.

УДК 633.854

МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ КЛЕЩЕВИНЫ В УСЛОВИЯХ МАЛОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. А. Дидур, д.т.н., проф.

В. В. Дидур, к.т.н., докторант

Таврический государственный агротехнологический университет, г. Мелитополь, Украина

Предложена усовершенствованная технология переработки растительного сырья клещевины по схеме двухступенчатого отжима со шнеком-инактиватором и паровыми жаровнями. Выявлены проблемные вопросы механико-технологического характера на решение которых рекомендуется обратить внимание заинтересованных специалистов.

Ключевые слова: клещевина, шельмашина, шнек-инактиватор, паровая жаровня, форпресс, экспеллер, ломальный шнек, фильтр-пресс.

Постановка проблемы. Касторовое масло уникальное по своему составу, в котором на рицинолевуую кислоту приходится 90% и более всех жирных кислот, поэтому оно является важным стратегическим сырьём. Масло клещевины используется в военной, химической, машиностроительной, радиоэлектронной, полиграфической, лакокрасочной, медицинской, косметической и других отраслях промышленности.

По состоянию на сегодняшний день мировое потребление касторового масла составляет около 300 тыс.тонн, при этом основное (80%) удовлетворение этой потребности обеспечивается Индией и Китаем. Это объясняется наличием в этих странах больших площадей выращивания клещевины и мощностей для ее последующей переработки. Такое положение приводит к необходимости импортировать это важное сырьё в Украину с целью удовлетворения спроса промышленности, что не способствует созданию дополнительных рабочих мест, развитию биоразнообразия в землепользовании и других очень важных социально-экономических аспектах.

Учитывая текущее потребление касторового масла отечественной промышленностью, потенциально возможные объёмы экспорта и состояние ресурсной базы основных участников данного сегмента рынка в сельскохозяйственном производстве Украины, оптимальным решением этой проблемы может быть создание современных мини-заводов по глубокой переработке кле-

щевины.

Анализ последних исследований. Технологическая схема производства прессового масла приведена на рис. 1.

Современная технология получения растительных масел включает разнохарактерные воздействия на перерабатываемое масличное сырьё. Значительное место в технологии занимают механические процессы. Такие процессы, как очистка семян от примесей, разрушение и отделение плодовых и семенных оболочек от зародыша и эндосперма – ядра, измельчения ядра и промежуточных продуктов его переработки, являются преимущественно механическими, подготавливающими материал к интенсивным физико-химическим превращениям [4,5].

Очень важное место в технологии занимают диффузионные и диффузионно-тепловые процессы – кондиционирование семян по влажности, влаготепловая обработка мятки (жарение мезги), экстракция органическими растворителями, отгонка растворителя из мисцеллы и шрота, а также гидромеханические процессы – прессование мезги на шнековых прессах, отстаивание и фильтрация масла. Наконец, в последние годы получили применение ферментативные процессы. При обработке мятки препаратами ферментов достигается более глубокое извлечение масла из семян при мягких условиях обезжиривания [1,2,3].

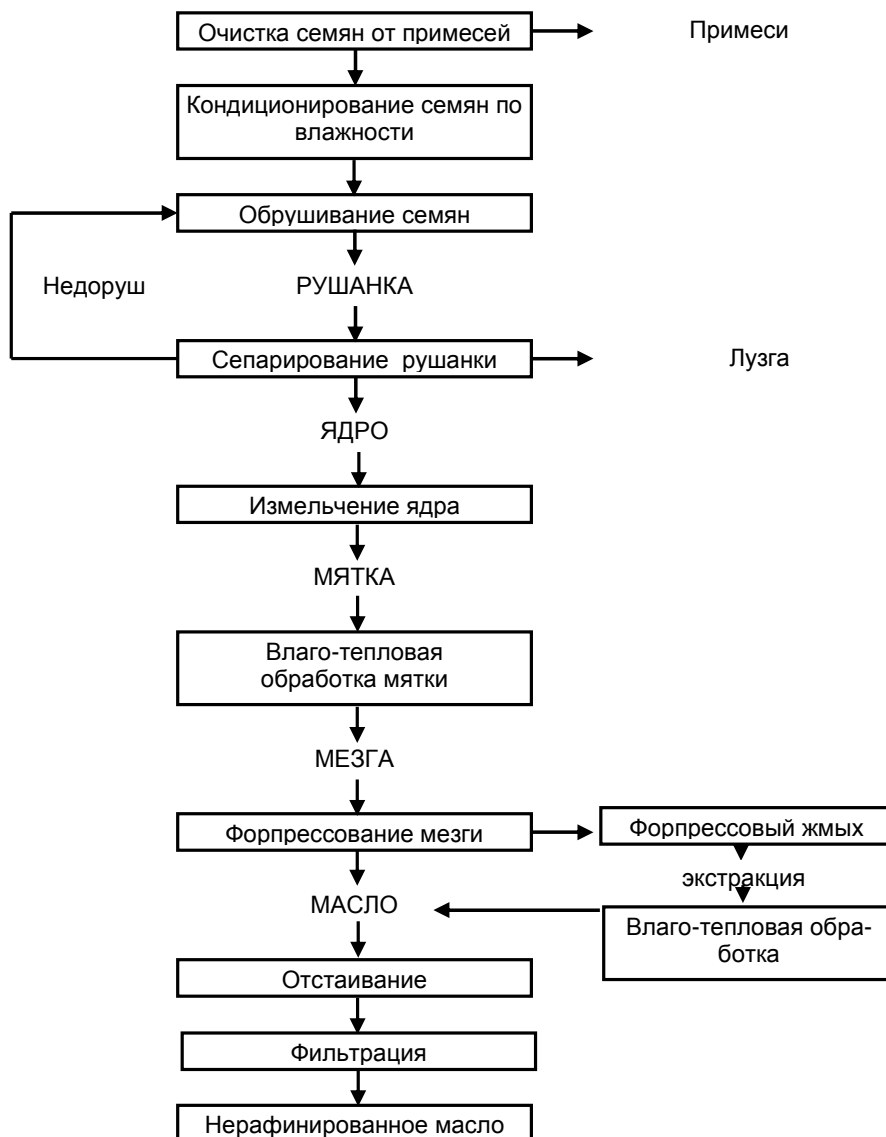


Рисунок 1 – Технологическая схема производства касторового масла

В последние годы все больше внимания уделяется совершенствованию способов обезжиривания масличного сырья при одновременном смягчении технологических воздействий на перерабатываемые семена, а также разработке новых типов технологического оборудования преимущественно большой мощности и с меньшими удельными энергетическими затратами.

Однако применительно к клещевине, где отечественная переработка на крупных маслоэкстракционных заводах является не перспективной по ряду причин и прежде всего по причине использования такой технологической операции как экстракция. Это в свою очередь для освоения производства и переработки клещевины на Юге Украины как благоприятной почвенно-климатической зоны, требует совершенно новых подходов в совершенствовании технологии и технологического оборудования

В настоящее время в Украине создана целая сеть мало-тоннажных цехов по производству подсолнечного масла (масло-боек). Оборудова-

ние этих цехов имеет ряд существенных недостатков. Самым большим недостатком является применение влаготепловой обработки мятки в огненных жаровнях при контактной температуре 400-700⁰С, с большой неравномерностью температурного поля в пространстве и во времени, отсутствием возможности управлять тепловыми режимами и невозможностью инактивации ферментной системы разрушенного семени.

Исследованиями, проведенными в США, Англии, СССР [6] и других странах, установлено, что уже при температуре 115 – 135⁰С в растительных маслах интенсивно протекают окислительные и гидролизные процессы. Окисление масел, начавшиеся в процессе переработки семян, продолжают в готовом продукте в процессе хранения, насыщая его канцерогенными и мутагенными продуктами окисления.

Цель исследования. Повышение эффективности глубокой переработки растительного сырья клещевины в условиях малотоннажного производства путем разработки механико-

технологических основ взаимодействия рабочих органов аппаратов и механизмов с растительным сырьем клещевины.

Основная часть. Анализ работ по переработке семян клещевины, проведенных отечественными и зарубежными исследователями и автором статьи позволили разработать для ма-

лотоннажных предприятий технологию переработки семян клещевины по схеме двукратное прессование без экстракции и обезвреживание токсических веществ клещевинового жмыха [8].

Усовершенствованная схема переработки семян клещевины, которая предлагается авторами, представлена на рис. 2.

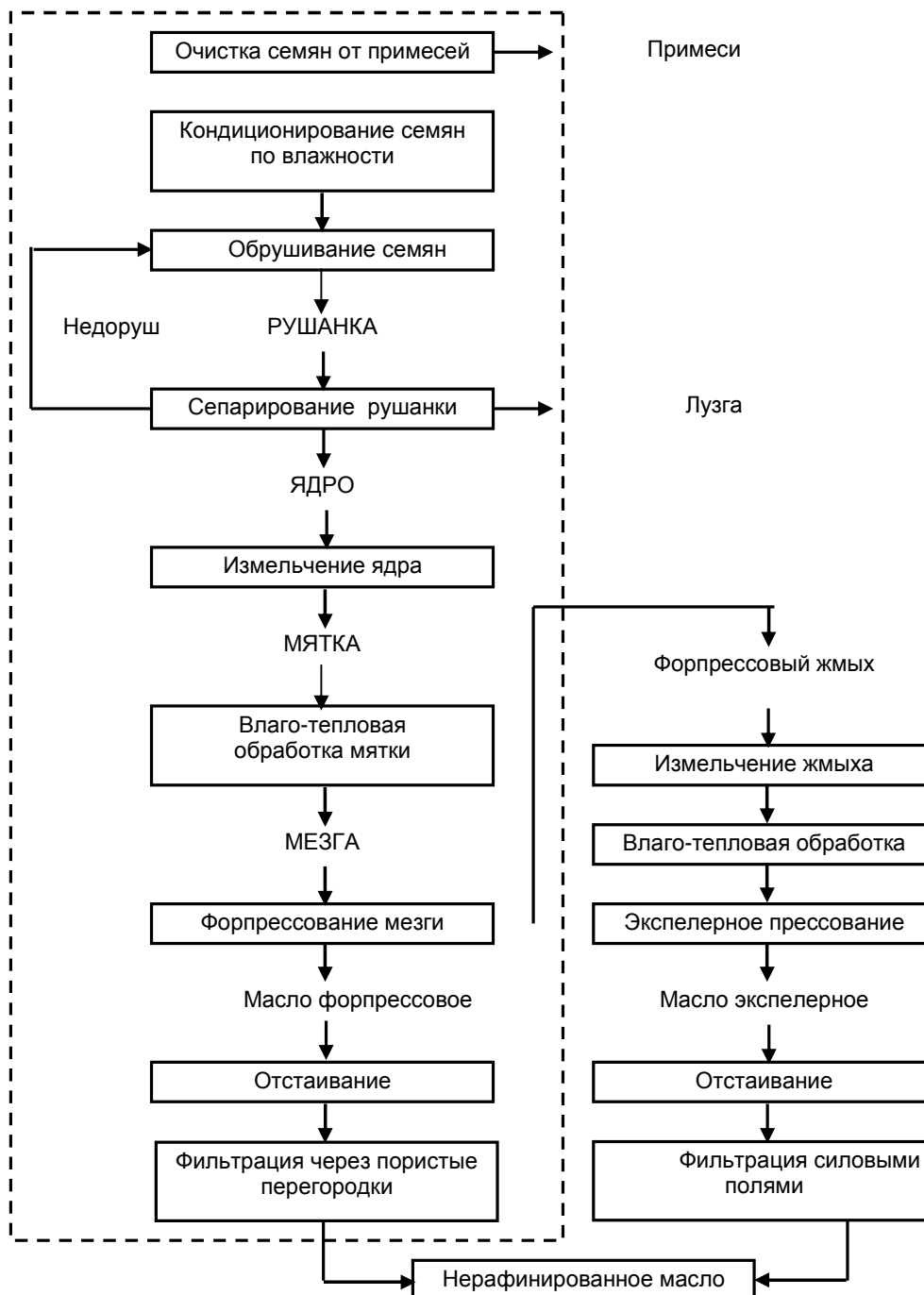


Рисунок 2 – Усовершенствованная технологическая схема производства касторового масла применительно к малотоннажному предприятию

Семена клещевины имеют очень хрупкую оболочку и высокомасличное ядро с очень малой механической прочностью. Ввиду этих специфических особенностей семена клещевины предварительно перед обрушиванием предлагается кондиционировать (подсушивать) до влажности

7,0 – 8,0% и сортировать по размерам на три группы. Обрушивание семян, сепарирование полученной рушанки, и предварительное грубое измельчение ядра целесообразно производить в комбинированной машине – шельмашине.

Совмещение трёх операций в одной ма-

шине сокращает время контакта оболочки с частично разрушенным высокомасличным ядром, что снижает потери масла в производстве. Откалиброванные семена клещевины из приёмного бункера, элеватором со специальными ковшами подаются в бункер шельмашины. Семена из бункера через питающий валик поступают в однопарные вальцы. Чтобы сохранить целостность ядра семени, зазор между валками устанавливается на 0,5 – 1,0 мм меньше средней толщины зерна клещевины. Полученная рушанка поступает на колеблющее решето с диаметром отверстий 3 мм. Проход через решето, представленный в основном мелкой оболочкой, транспортируется колеблющимся наклонным днищем, собирается в желоб и выводится за пределы шельмашины. Ядро и крупная оболочка движется сходом с решета и попадает в пневмосепарирующий канал. Ядро, как более тяжёлая фракция, падает вниз на однопарные вальцы.

Ядро семян клещевины вследствие его высокой масличности при тщательном измельчении превращается в мазеобразный, комкающийся, почти нетранспортабельный продукт, в котором равномерное распределение влаги на последующей операции (влаготепловая обработка) практически невозможно.

Отделённая лузга подхватывается струёй воздуха, создаваемой вентилятором и уносится в центробежную осадочную камеру шельмашины, где за счёт центробежных сил и увеличения объёма осаждается и выводится через вакуумзатвор за пределы шельмашины. Лузжистость ядра не должна превышать 8,0 – 10,0%, вынос ядра в оболочку 0,3 – 0,4%, масличность отходящей лузги не более 1,5 – 1,8%.

Семена клещевины имеют наиболее активную (сравнительно с другими масличными культурами) липазу, поэтому после измельчения ядра необходимо проводить инактивацию ферментного комплекса, для чего используется шнек-инактиватор. Инактивацию ферментной системы полученной мятки необходимо производить увлажнением и нагревом в течение 30 – 40 с насыщенным острым паром до влажности 9,0 – 10,0% и температуры 85 – 90°C. При этом кислотное число прессовых масел снижается в среднем на 0,6-0,8 мг КОН сравнительно с маслами, которые получают с применением обычного способа жарения.

Из шнека-инактиватора мятка поступает в многочанную жаровню. В верхнем чане жаровни влажность мятки доводят до 13,0 – 13,5 %. Увлажнённую мятку подвергают дальнейшей тепловой обработке в самопропаривающихся слоях с доведением влажности при входе в пресс до 5,0 – 6,0 % и температуры 100 – 105°C. Продолжительность жарения мезги при нормальном заполнении жаровен должна составлять 45 – 60 мин. Давление зарубашечного пара в жаровне

должно быть 0,5 МПа. Отвод влаги из жаровни производится с помощью естественной аспирации через вытяжные трубы, не допуская подсоса воздуха в чаны жаровни.

От степени обоснованности режимов влаготепловой обработки мятки зависит качество и потенциальный выход масла после последующего его отжатия в шнековом прессе [9].

Предварительный отжим мезги производится с помощью прессы. Обоснование его технологических режимов и конструктивных параметров рабочих органов с учетом физико-механических, химических, биологических и технологических свойств мезги является проблемным заданием в комплекса общих задач технологической цепи [10,11]. Отжатая мезга превращается в форпрессовый жмых, содержащий до 20 % масла. Дальнейшее извлечение масла при традиционной технологии производят путем экстрагирования. В предлагаемой технологии, применительно к малотоннажному производству, форпрессовый жмых измельчается.

Измельчение форпрессового жмыха производят последовательно в ломальном шнеке для жмыха, однопарных вальцах и на пятывалковом станке. Измельчённый форпрессовый жмых по степени измельчения должен быть максимально однородным с содержанием прохода через одномиллиметровое сито не менее 80%. Подачу предварительно измельчённого форпрессового жмыха осуществляют норией. Пятивалковый станок устанавливается над многочанной жаровней экспеллерного прессы.

Измельчённый форпрессовый жмых подаётся в верхний чан экспеллерной жаровни. В верхнем чане жаровен мезга подвергается вторичному увлажнению до 7 – 7,5% водой, и насыщенным острым паром. Увлажнённая мятка проходит дальнейшую тепловую обработку в самопропаривающихся слоях с доведением влажности при входе в пресс до 3,7 – 4,2% и температуры 115 – 120°C. Продолжительность жарения мезги при нормальном заполнении жаровен должна составлять 45 – 60 мин.

Давление зарубашечного пара в жаровне должно быть 0,5 МПа. Отвод излишней влаги из второго и третьего чанов регулируют задвижками вытяжных окон без принудительной вентиляции.

Окончательный отжим производится в экспеллерном прессе.

Технологические свойства масличного сырья поступающего в экспеллерный пресс существенно отличаются от таких же свойств сырья поступающих в форпресс. Поэтому здесь существует такая же проблема как и для форпресса – обоснование технологических режимов и конструктивных параметров экспеллерного прессы. Измельчение экспеллерного жмыха производят последовательно в ломальном шнеке для жмыха, однопарных вальцах и на пятывалковом стан-

ке, подача в который осуществляется норией. Измельченный экспеллерный жмых по степени измельчения должен быть максимально однородным с содержанием прохода через одномиллиметровое сито не менее 80%. Измельченный экспеллерный жмых далее поступает в охлаждающую колонку и в цех детоксикации рицина, рицинина и аллергенов.

Форпрессовое масло с пресса поступает в сдвоенную гущеловушку, с которой насосом подается в фильтрпресс и далее в трубчатый теплообменник, бак склада готовой продукции. Экспеллерное масло с пресса поступает в сдвоенную гущеловушку, с которой насосом подается в электрофильтр и далее в трубчатый теплообменник, бак склада готовой продукции.

Фильтрацию касторового масла при помощи пористых перегородок следует проводить при 90 – 95°C и давлении 0,2 – 0,3 МПа через два слоя бельтинга ГОСТ 332. Получаемое по такой схеме очистки, масло содержит 0,1 – 0,25% весового отстоя и не более 0,09% фосфора в пересчете на стеароолецитин, что позволяет полностью отказаться от паровой гидратации.

Фильтрация экспеллерного касторового масла при помощи силовых электрических полей требует создания новых технологий и аппаратов, обеспечивающих высокую степень очистки касторового масла.

Для улавливания пыли семян клещевины предусмотрена полузамкнутая система очистки воздуха в шельмашине. Для разделения потока применяется регулируемый циклонный аппарат РЦР с дополнительно установленным улиточным разделителем потока. Запыленный воздух аспирируется из центробежной осадочной камеры шельмашины и зоны отсеивания и направляется в регулируемый циклонный аппарат. Здесь отделяется свыше 91% пыли и происходит разделение потока на две части. Один поток (выходящий из раскручивающей улитки) возвращается в пневмосепарационный канал шельмашины, а другой поток подается центробежным вентилятором на вторую ступень очистки – рукавный фильтр. Степень очистки в рукавном фильтре свыше 96 %.

Отсос воздуха от остального оборудования, выполняющего механические процессы переработки семян клещевины, происходит вентилятором с двухступенчатой очисткой воздуха в циклонном аппарате и рукавном фильтре.

Таким образом, применение полузамкнутой системы очистки воздуха в шельмашине с использованием регулируемого циклонного аппарата с дополнительно установленным улиточным разделением потока, двухступенчатая очистка воздуха при механической обработке семян клещевины циклон и матерчатый фильтр, а при влаготепловой обработке трубчатый теплообменник и адсорбер с активированным углем обеспечивают надежную защиту окружающей среды.

Отсос паровоздушной смеси из жаровен и осуществляется вентилятором и проходит двухступенчатую очистку конденсацией паров в трубчатом теплообменнике и в адсорбере с активированным углем.

Выводы.

1. Предлагаемая технология со шнеком-инактиватором паровыми жаровнями двухступенчатым отжимом позволяют на мини-заводах отказаться от экстракции и получать касторовое масло высокого качества, а обеззараживания клещевинного жмыха обработкой 40% раствором гидроксидов натрия с последующей выдержкой получить высокобелковую кормовую добавку и снизить энергоёмкость процесса.

2. В предлагаемой технологии за счёт введения дополнительных операций перед обрушиванием: кондиционирования влажности семян 7,0 – 8,0% и сортировка их по размерам на три группы, а также совмещение с шельмашиной третьей операции грубого измельчения и оптимизация процесса сепарирования рушанки снижают потери масла в производстве. Технологические расчёты показали, что предлагаемая технология переработки при исходной масличности семян клещевины 55% позволит получить выход форпрессового масла 48,66%, экспеллерного масла 1,49% с потерей масла в жмыхе 1,49% и в лузге 0,31%. Выход жмыха 24,77%, лузги 15,53%. Сохранение лузги в жмыхе 8 – 10%.

3. Применение полузамкнутой системы очистки воздуха в шельмашине с использованием регулируемого циклонного аппарата с дополнительно установленным улиточным разделением потока, двухступенчатая очистка воздуха при механической обработке семян клещевины циклон и матерчатый фильтр, а при влаготепловой обработке трубчатый теплообменник и адсорбер с активированным углем обеспечивают надежную защиту окружающей среды.

Список использованной литературы:

1. Переработка семян клещевины // Технологические инструкции масло-жировой промышленности. том 1. Хранение и переработка масличных семян. – М. Пищепромиздат, 1956. – С. 225 – 232.
2. Переработка необрушенных семян клещевины по схеме форпрессование – экстракция (временная инструкция) // Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров, том IV, вып.4. – Л.: ВНИИЖ. 1968. – С. 64 – 72.
3. Стам Г.Я. Переработка семян клещевины по схеме предварительное прессование – экстракция / Г.Я Стам.- Масложировая промышленность, 1977. – №2. – С. 16 – 19.
4. Кошкарова В.А. Переработка семян клещевины экстракционным способом без отделения

- лузги / В.А.Кошкарлова. -Масложирова промышленность, 1974. – №6. – С. 8.
5. Бетскарт А.А. Белок подсолнечника, сафлора, кунжута и клещевины / А.А. Бетскарт, К.К. Лайон, Г.О. Колер: пер. с англ Н.И. Яковлевой; под ред. и с предис. В.Н.Сойфера // Источники пищевого белка – М.: Колос, 1979. – С. 104 – 133.
6. Маркелова С.Н. Исследование влияния технологических воздействий при переработке семян подсолнечника на течение окислительных гидролитических процессов в липидной фракции / С.Н. Маркелова, В.А Ткаченко // Збірник науко-вих праць ІОК УА-АН. – Запоріжжя, 1997. – Вип. II – ювілейний – С. 27 – 33.
7. Щербаков В.Г. Химия и биохимия переработки масличных семян /В.Г. Щербаков. – М.: Пищевая промышленность, 1977–168 с.
8. Дідур В.А. Технологія безвідходної (глибокої) переробки насіння рицини /В.А. Дідур, В.О. Ткаченко, С.М. Маркелова //Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2003. – Вип. 15. – С. 3 – 10.
9. Ткаченко А.В. Математическая модель влаготепловой обработки мятки семян масличных культур в многочанной жаровне / А.В.Ткаченко, В.В. Дидур, В.А. Дидур, В.А. Ткаченко // Праці ТДАТУ – Мелітополь.. 2012. – Вип. 12, том 1. – С. 23 – 34.
10. Ткаченко В.А. Моделирование процесса отжима мезги масличных семян в шнековых прессах / В.А.Ткаченко, В.А. Дидур, А.В.Ткаченко, В.В. Дидур// Праці ТДАТУ. Мелітополь. 2011. – Вип. 11, том. 2. – С. 3 – 14.
11. Дидур В.А, Влияние противотоков в шнековом прессе на эффективность его работы /В.А. Дидур, В.А. Ткаченко, А.В. Ткаченко, В.В. Дидур // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Вип. 11, том 4. – С. 20 – 34.

Дидур В.А., Дидур В. В. Механико-технологические проблемы глубокой переработки растительного сырья клещевины в условиях малотоннажного производства

Предложена усовершенствованная технология переработки растительного сырья клещевины по схеме двухступенчатого отжима со шнеком-инактиватором и паровыми жаровнями. Выявлены проблемные вопросы механико-технологического характера на решение которых рекомендуется обратить внимание заинтересованных специалистов.

Ключевые слова: клещевина, шельмашина, шнек-инактиватор, паровая жаровня, форпресс, экспеллер, ломальный шнек, фильтр-пресс.

Didur V.A., Didur V.V. Mechanical technology challenges of deep processing plant material castor under small-tonnage production

The authors proposed an improved technology for processing plant raw material castor bean according to the scheme of two-stage extraction with the auger-inactivator and steam roasters. Were revealed problematic issues of mechanical-technological solution is recommended to pay attention to relevant specialists.

Key words: castor bean, shelmachine, auger-inactivator, steam roaster, forpres, expeller, lomalny auger filter press.

Стаття надійшла в редакцію: 03.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Тарельник В.Б.