

УДК 631.363:636

Д.А. ЯКОВЛЕВ

## РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ШНЕКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ОТЖИМА СОКА ИЗ ЗЕЛЕННЫХ РАСТЕНИЙ

*Рассмотрен процесс отжима сока на шнековом прессе, проведен анализ недостатков конструкции и выбрано направление ее рационализации. Рабочий орган прошел испытания. Получены результаты, подтверждающие эффективность разработанной конструкции.*

**Ключевые слова:** шнек, шнековый пресс, зеленая масса, отжим сока, влажное фракционирование, дополнительный дренирующий контур.

**Введение.** Снижение стоимости комбикормов за счет замены дорогостоящих белковых ингредиентов (мясокостная и рыбная мука, соевый шрот) на более дешевые (белковые концентраты, полученные на основе зеленых растений) является перспективным направлением развития комбикормовой промышленности. Процесс получения белкового концентрата включает такие операции, как измельчение сырья, механическое разделение его на жидкую (сок) и волокнистую (жом) фракции, коагуляция сока и последующая сушка коагулята. Ключевым этапом в этой цепи является механическое разделение (отжим) растительной массы, от которого зависит выход конечного продукта и затраты энергии на сушку жома. Таким образом, целью данной работы является усовершенствование шнека для повышения эффективности отжима сока.

**Испытания экспериментального шнека.** Были проведены исследования трех основных конструкций шнекового рабочего органа: цилиндрического с уменьшающимся шагом витков, конического с постоянным шагом витков и конического с уменьшающимся шагом витков [1]. В результате проведенных теоретических исследований была установлена зависимость между скоростями фильтрации сока для каждой конструкции:

$$v_{ц.ум} > v_{к.ум} > v_{к.пост}$$

где  $v_{ц.ум}$ ,  $v_{к.ум}$ ,  $v_{к.пост}$  – скорость фильтрации сока в цилиндрическом шнеке с уменьшающимся шагом витков, в коническом с уменьшающимся шагом витков и в коническом шнеке с постоянным шагом витков, соответственно.

Экспериментальные исследования также показали, что наилучший выход сока обеспечивает конструкция цилиндрического шнека с уменьшающимся шагом витков.

Таким образом, исследования по рационализации в дальнейшем проводились на цилиндрическом шнеке с уменьшающимся шагом витков.

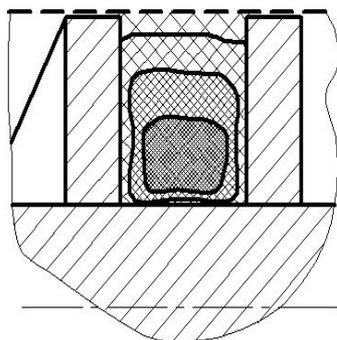


Рис.1. Распределение влажности материала в межвитковом пространстве шнека

Анализ работы данной конструкции выявил следующий недостаток, оказывающий существенное влияние на эффективность отжима сока: в процессе обезвоживания слои материала, контактирующие с фильтрующей поверхностью (в шнековых прессах – это зерный цилиндр), после отдачи сока уплотняются, тем самым препятствуя дальнейшему проходу сока из более глубоких слоев (рис.1). В результате такого процесса сок, находящийся в слоях, контактирующих с витками шнека и валом, может быть извлечен, пройдя путь через уплотненные слои. Однако закупоренные поры сжатого скелета не позволяют отвести сок.

Для решения данной проблемы было предложено создать дополнительный дренирующий контур в витках шнека, позволяющий отводить сок из участков контакта материала с витками шнека. Результатом такой модернизации стал цилиндрический шнек с дополнительным дренирующим контуром (рис.2) [2].

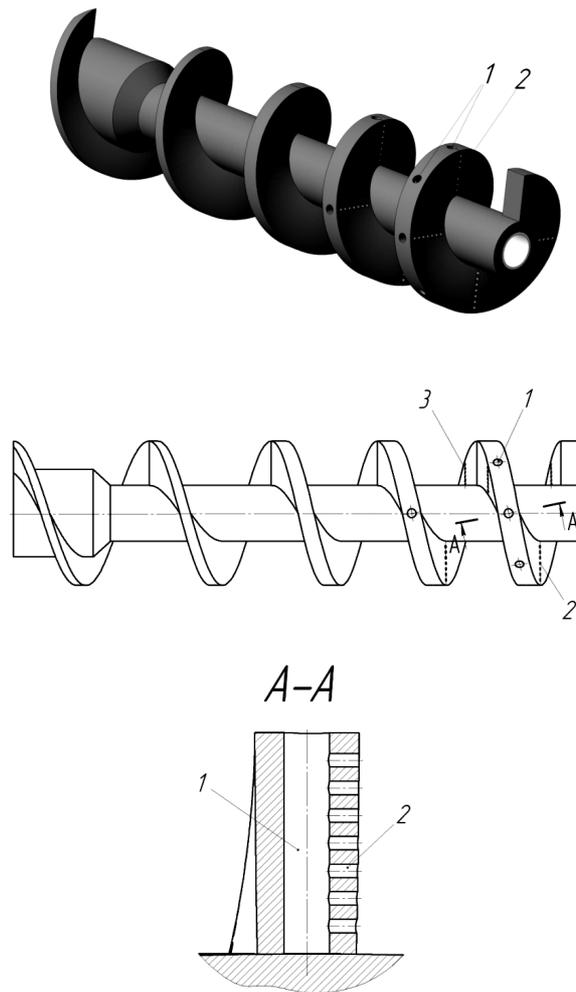


Рис.2. Конструкция шнекового рабочего органа с дополнительным дренирующим контуром: 1 – канал; 2, 3 – отверстия

Предложенная конструкция шнека состоит из витков, сечением которых является сплошной прямоугольник. Отвод сока из материала осуществляется через отверстия 2 и 3, сгруппированные в ряды. Ряды соединены с каналом 1, который направляет сок в пространство между торцом витка и зерновой камерой. Зазор между витком и зерновой камерой в таком прессе не должен превышать диаметра отверстий зеера. Стороны витка, на котором расположены отверстия, чередуются.

Для проверки работы данной конструкции была создана статическая модель, отображающая ее основные свойства, которая представляла собой компрессионную камеру с перфорированным цилиндром и сплошным дном (рис.3,а). Усилия сжатия материала в такой камере направлены параллельно фильтрующей перегородке подобно процессу, протекающему в витках цилиндрического шнека. В качестве дополнительного дренирующего контура была использована плашка (рис.3,б), обладающая свойствами витков шнека с отверстиями. На поверхности плашки сделаны отверстия, которые соединены с каналом. Канал выходит в пространство между торцом плашки и перфорированным цилиндром. Постоянный зазор между плашкой и цилиндром обеспечивается тремя упорами. Плашки устанавливаются сверху и снизу прессуемой массы.

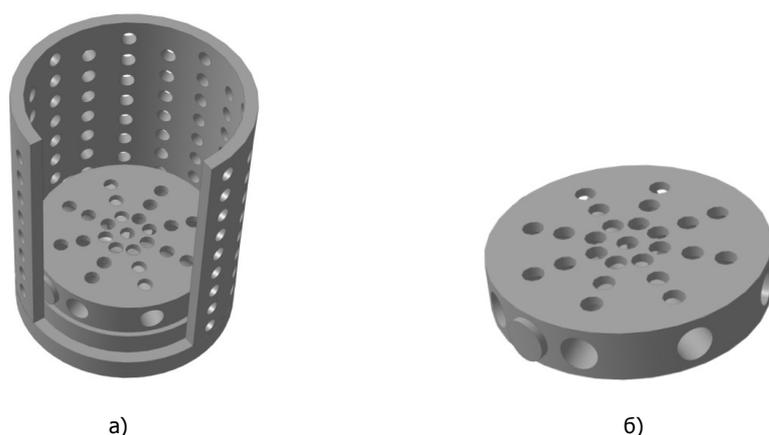


Рис.3. Компрессионная камера:  
а – дополнительный дренирующий контур;  
б – плашка для дополнительного отвода сока

Испытания проводились в соответствии с разработанной программой и методикой. Матеев измельчалась на шнеко-ножевом измельчителе ИШН-5 до фракции 1–5 мм. Компрессионная камера устанавливалась на ручной гидравлический пресс, развивающий давление свыше 3 МПа. Время нарастания давления и диаметр отверстий были постоянны и равнялись 90 с и 3 мм, соответственно. Показания давления фиксировались с использованием тензометрического оборудования, при помощи программы L-CARD. Тензоэлемент крепился на цилиндрической поверхности камеры.

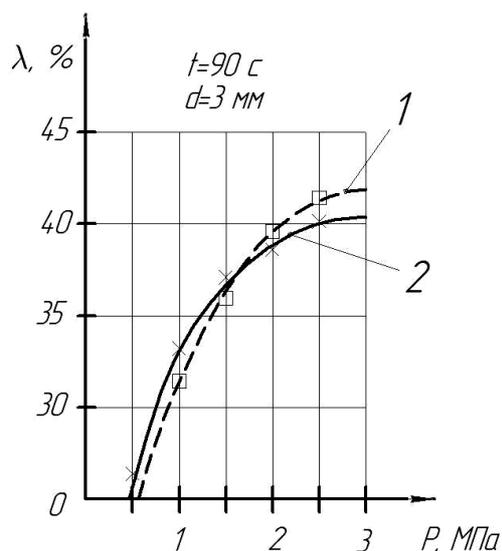


Рис.4. Зависимость выхода сока от давления для конструкций: 1 – с дополнительным дренирующим контуром; 2 – без дополнительного дренирующего контура

Результаты испытания представлены на графике (рис.4). Испытания показали, что при давлении свыше 1,8 МПа выход сока из усовершенствованной конструкции выше, чем у стандартной. При давлении 3 МПа такая разница достигает 2 % отжатого сока. Также была исследована возможность попадания прессуемой массы в канал через зазор между плашкой и цилиндром. При соблюдении величины зазора в 3 мм такое явление не наблюдалось.

Результаты испытания представлены на графике (рис.4).

Испытания показали, что при давлении свыше 1,8 МПа выход сока из усовершенствованной конструкции выше, чем у стандартной. При давлении 3 МПа такая разница достигает 2 % отжатого сока. Также была исследована возможность попадания прессуемой массы в канал через зазор между плашкой и цилиндром. При соблюдении величины зазора в 3 мм такое явление не наблюдалось.

**Выводы.** Предложена конструкция шнекового пресса, повышающая эффективность процесса отжима сока. Подтверждена ее работоспособность при статических испытаниях. Эффективность конструкции заключается в повышении выхода сока на 2 % по сравнению со стандартной.

### Библиографический список

1. Яковлев Д.А. Выбор конструкции шнекового рабочего органа для отжима сока из зеленых растений / Д.А. Яковлев, А.Г. Карапетьян, Н.Н. Шумская, Д.В. Рудой // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: материалы междунар. научн.-практ. конф. / Донск. гос. техн. ун-т. – Ростов н/Д, 2010 – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 101–105.
2. Пат. РФ 93738, МПК В30В9/12, В30В9/14. Шнековый пресс для отжима сока из растительного сырья / А.Г. Карапетьян, Д.А. Яковлев; опубл. 2009, Бюл. № 13.

## References

1. Yakovlev D.A. Vybor konstrukcii shnekovogo rabocheho organa dlya otjima soka iz zelenyh rastenii / D.A. Yakovlev, A.G. Karapet'yan, N.N. Shumskaya, D.V. Rudoi // Sostoyanie i perspektivy razvitiya sel'skohozyaistvennogo mashinostroeniya: materialy mejdunar. nauchn.-prakt. konf. / Donsk. gos. tehn. un-t. – Rostov n/D, 2010 – 1 elektron. opt. disk (CD-ROM). – S. 101–105. – in Russian.
2. Pat. RF 93738, МПК В30В9/12, В30В9/14. Shnekovyi press dlya otjima soka iz rasti-tel'nogo syr'ya / A.G. Karapet'yan, D.A. Yakovlev; opubl. 2009, Byul. № 13. – in Russian.

Материал поступил в редакцию 01.06.10.

## D.A. YAKOVLEV

### IMPROVED PRODUCTION METHOD OF THE SCREW WORKING ELEMENT FOR SQUEESING JUICE FROM GREEN CROPS

The squeezing process by the screw press is considered, design defects are analyzed, and the direction of the screw efficiency promotion is chosen. The operating device has been tested. Made working element tests for working capacity. The received results confirm the designed construction efficiency.

**Key words:** screw, screw press, green crops, squeezing, wet fractionation, extra drainage surface.

**ЯКОВЛЕВ Дмитрий Анатольевич** (р. 1986), аспирант кафедры «Машины и аппараты пищевых производств», ведущий инженер лаборатории «Биохимический и спектральный анализ пищевых продуктов» Донского государственного технического университета, магистр (2009). Окончил Донской государственный технический университет (2009).

Область научных интересов: процессы измельчения, отжима и гранулирования растительной массы в технологии влажного фракционирования.

Имеет патент на полезную модель.

Автор 7 публикаций.

yakovlev\_d\_a@mail.ru

**Dmitry A. YAKOVLEV** (1986), Postgraduate student of the Machines and Apparatuses of Food Manufactures Department, leading engineer of the laboratory of Biochemical and Spectral Analysis of Foodstuffs, Don State Technical University. He graduated of a magistracy of the Machines and Apparatuses of Food Industry Department, Don State Technical University (2009).

Research interests: cutting, squeezing and peletting processes of green crops for wet fractionation technology.

Author of 7 scientific publications and 1 patent.

yakovlev\_d\_a@mail.ru