

УДК 631.3

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ТРУБЧАТОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗЕРНОВОЙ ПАТОКИ

Семенов С. В., аспирант

E-mail: semenov.sergei@bk.ru

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»,
г. Княгинино, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты расчетов движения воды в трубчатом измельчителе установки для приготовления зерновой патоки. Определено влияние параметров трубчатого измельчителя на характеристики потока. Установлены значения исследуемых параметров, при которых энергетические показатели процесса минимальны.

Ключевые слова: давление, зерно, патока, скорость, сопротивление, трубчатый измельчитель

CALCULATION RESULTS OF THE PLANT TUBULAR SHREDDER FOR PREPARING GRAIN MOLASSES

Semenov S. V., postgraduate student

E-mail: semenov.sergei@bk.ru

«Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics»,
Knyaginino, Russia

Annotation. The article presents the results of calculating the water movement in the tubular shredder of the plant for preparing grain molasses. The influence of the tubular shredder parameters on the flow characteristics is determined. The authors have established the values of the studied parameters, at which the energy parameters of the process are minimal.

Keywords: pressure, grain, molasses, speed, resistance, tubular shredder

Неотъемлемым элементом рациона КРС являются зерновые, которые в настоящее время традиционно скармливаются в предварительно измельченном сухом виде [1, 2, 3]. При этом в рационе может наблюдаться дисбаланс по количеству сахаров. Для компенсации недостатка сахаров применяют патоку, с которой возникают известные проблемы доставки, хранения и раздачи. В альтернативу традиционной патоке предложена технология производства



патоки из зерна [4, 5, 6]. Преимущество данной технологии – получение свежего продукта из собственного сырья хозяйства и его немедленная раздача животным [7]. Технология заключается в получении однородной водно-зерновой смеси посредством разрушения зерна и его перемешивания с водой в специальных установках [8, 9]. Нами предложена конструкция такой установки, позволяющая ускорить процесс производства зерновой патоки. Были проведены сравнительные расчеты двух конструкций измельчителя и выявлена наиболее перспективная конструкция с точки зрения энергоэффективности процесса. Как показали наши расчеты, преимуществом обладает трубчатый измельчитель [10, 11]. Поэтому целью данной работы является оценка влияния параметров трубчатого измельчителя на показатели работы установки.

Разрушение зерна осуществляется при движении водно-зерновой смеси, создаваемым насосом 2, в трубчатом измельчителе, установленном в обводном канале 4 установки (рисунок 1).

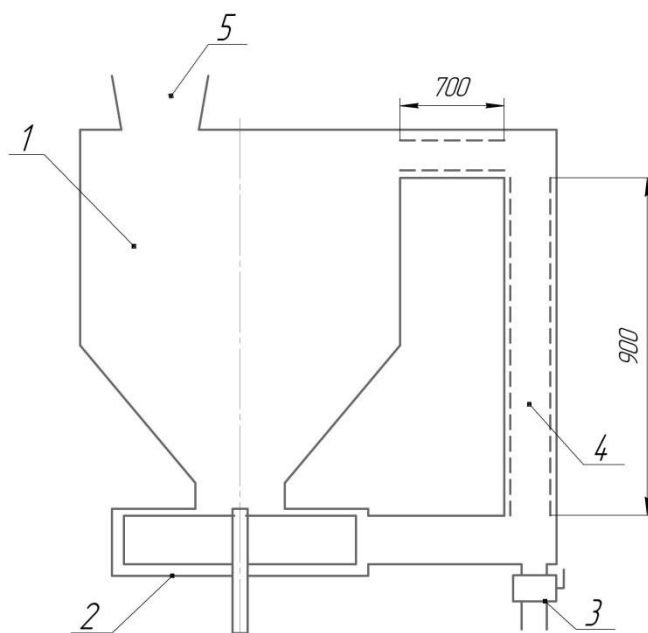


Рисунок 1 – Схема установки: 1 – емкость для водно-зерновой смеси; 2 – насос; 3 – сливной кран; 4 – обводной канал; 5 – загрузочная горловина



Расчеты осуществлялись в программе Star-CCM+ при движении потока воды в обводном канале с установленными в нем трубчатыми измельчителями диаметром 44 мм. Длина измельчителей составляла 1000 (вертикальный участок) и 700 мм (горизонтальный участок). Расчет осуществляли для выпускаемых стандартных перфорированных листов со следующими характеристиками: расстояние между центрами отверстий 10 мм, диаметры отверстий d_0 4, 6, 8 мм, толщина листа 1,5 мм. Массовый расход брагсы $G = 8,1$ кг/с, давление на выходе задавалось равным 1 атмосфере (на графиках показано избыточное давление), использовалась k-w sst модель турбулентности. ($Re = 2,6 \cdot 10^5$).

Определяли падение давления по выражению $\frac{\Delta p}{p_{in}}$, сопротивление решетки ξ и затрачиваемую насосом мощность W (кВт) по выражениям:

$$\xi = \frac{\Delta p + \rho[V_{in}^2 - V_{out}^2]/2}{(\rho V_{out}^2)/2}; \quad (1)$$

$$W = (\Delta p + \rho[V_{in}^2 - V_{out}^2]/2) \cdot S \cdot V_{in}, \quad (2)$$

где V_{in} , V_{out} – скорости потока воды на входе и выходе трубы,

ρ – плотность,

S – площадь,

$\Delta p = p_{in} - p_{out}$ – разность статических давлений на входе и выходе.

Результаты расчетов приведены в таблице 1. Расчеты продемонстрировали, что использование трубчатого измельчителя с различными диаметрами отверстий существенно ухудшает параметры движения: возрастает сопротивление среды, увеличивается потеря энергии потока (таблица 1). При этом уменьшение диаметра отверстий измельчителя до



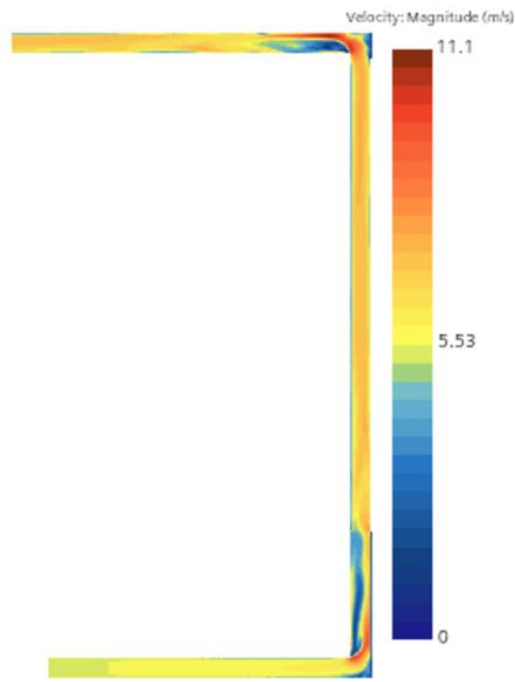
$d_o = 6$ мм уменьшает сопротивление среды, потерю мощности и давления. Дальнейшее уменьшение диаметра отверстий измельчителя ($d_o = 4$ мм) на сопротивление среды, уменьшение потери мощности и давления влияния не оказывает.

Таблица 1 – Результаты сравнительных расчетов трубчатого измельчителя

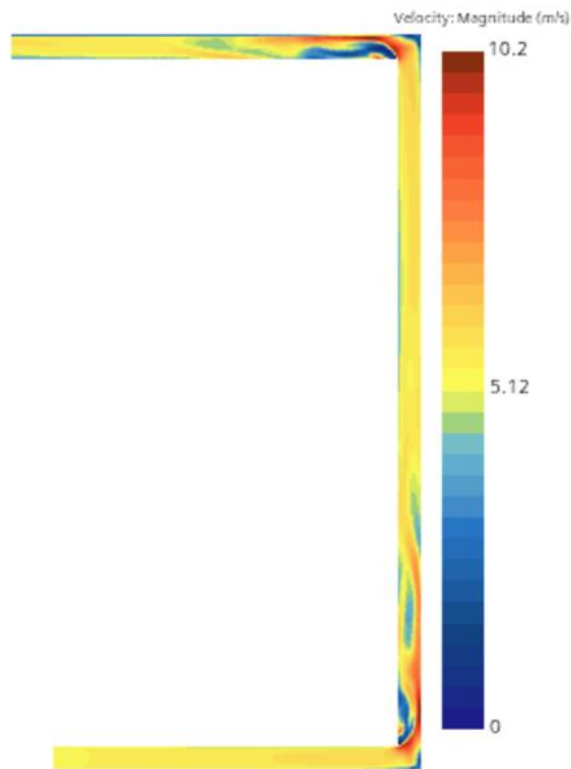
Наименование показателя	Без измельчителя	С измельчителем		
		$d_o = 4$ мм	$d_o = 6$ мм	$d_o = 8$ мм
Относительный перепад давления, %	34	44	44	26
Перепад давления, атм.	1,6	0,8	0,8	1,06
Сопротивление ξ	10,8	5,5	5,5	7,0
Мощность потерь W , кВт	0,58	0,28	0,28	0,36

На рисунках 2-5 представлены результаты моделирования движения водного потока в обводном канале с трубчатым измельчителем и без него. Из полей скоростей видно, что с увеличением диаметра отверстий измельчителя увеличивается турбулентность, особенно на участках с поворотом (рисунок 2-4). Причем максимальные значения скорости потока зафиксированы на повороте потока с вертикального участка на горизонтальный участок измельчителя длиной 700 мм по внешней стороне измельчителя. Несколько меньшее значение скорости потока наблюдается на повороте с нижнего горизонтального участка на горизонтальный участок измельчителя длиной 1000 мм. Можно утверждать, что наиболее интенсивное разрушение зерна будет осуществляться именно на этих участках.





а

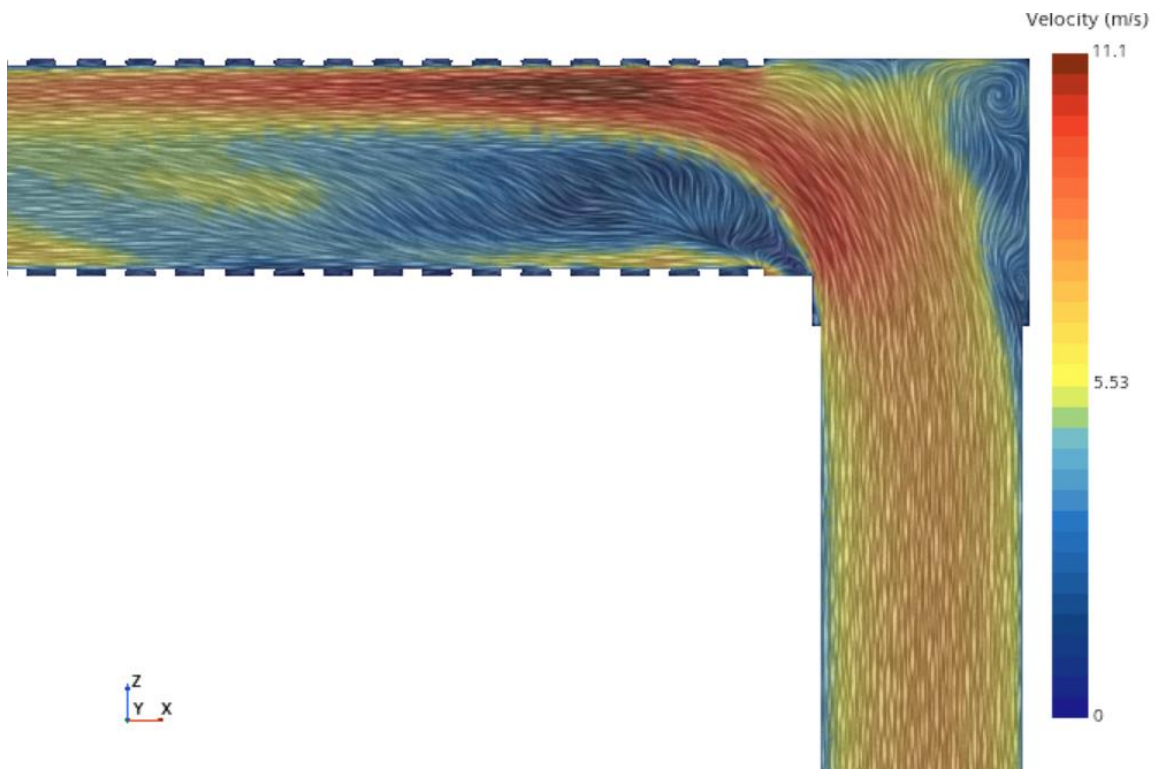


б

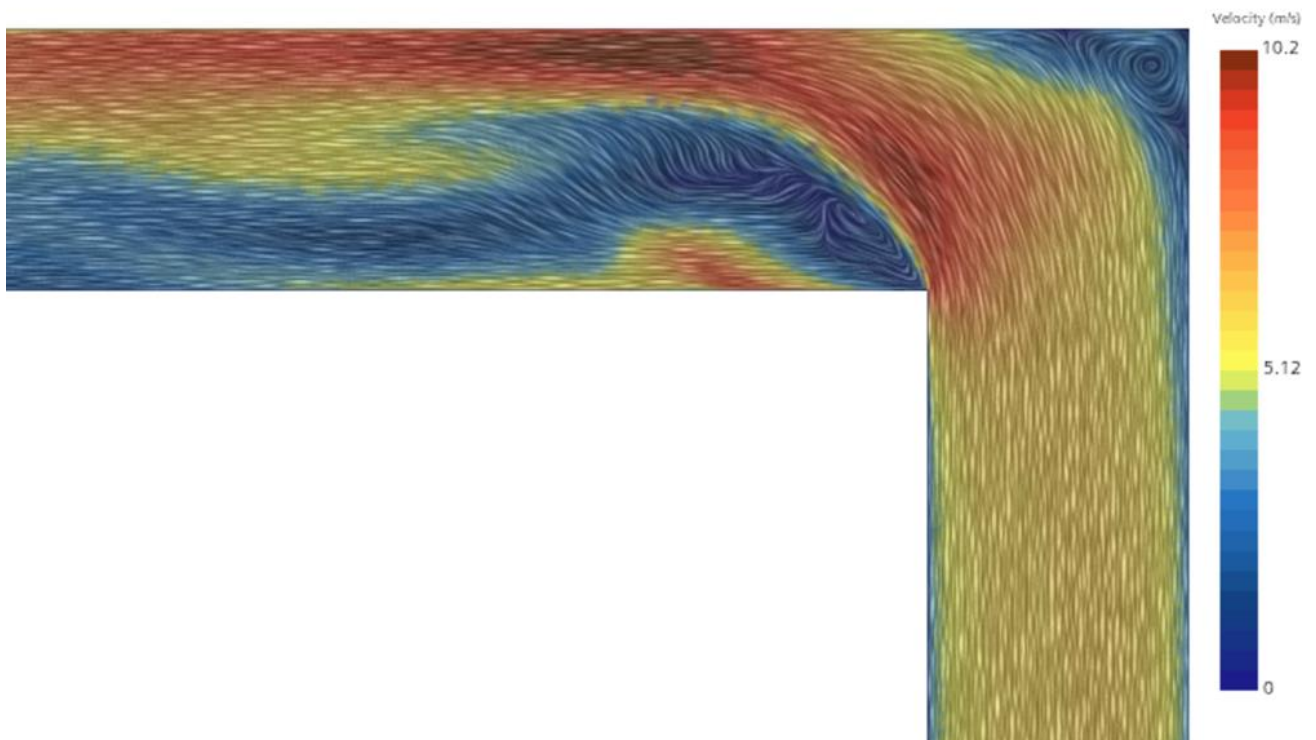
Рисунок 2 – Поля скоростей в обводном канале:

а – с измельчителем с отверстиями диаметром 6 мм; б – без измельчителя





а



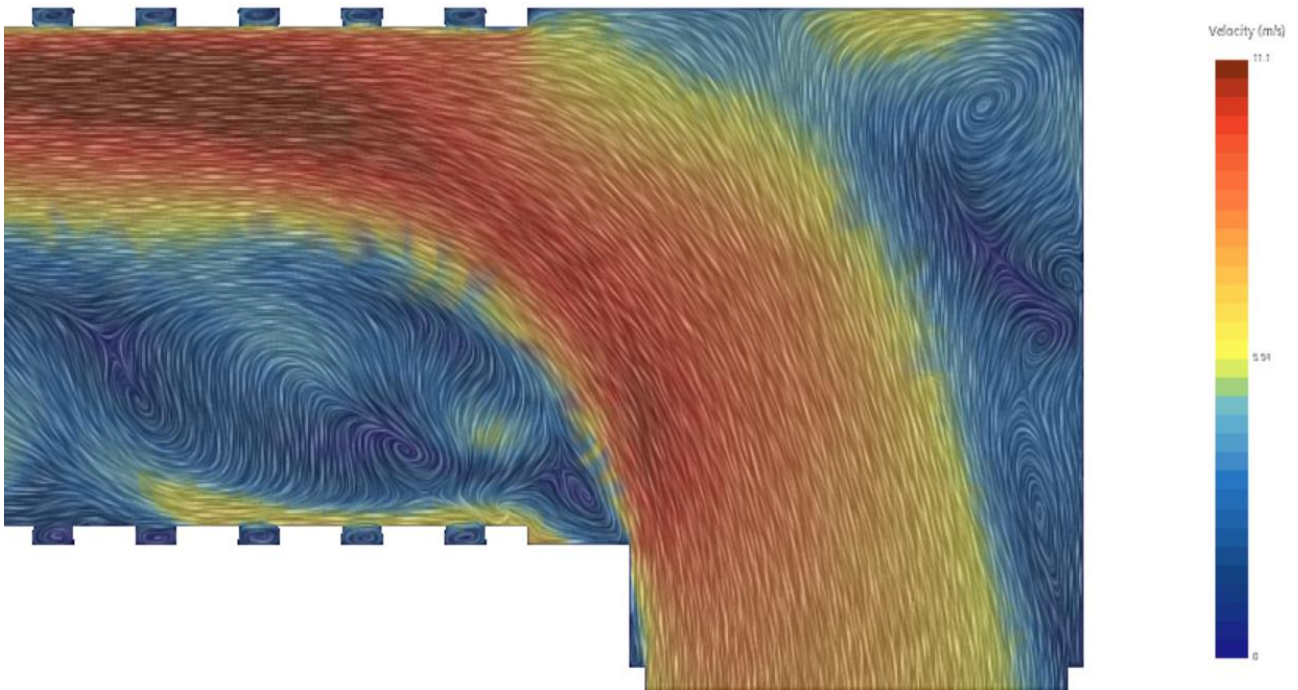
б

Рисунок 3 – Поля скоростей в обводном канале:

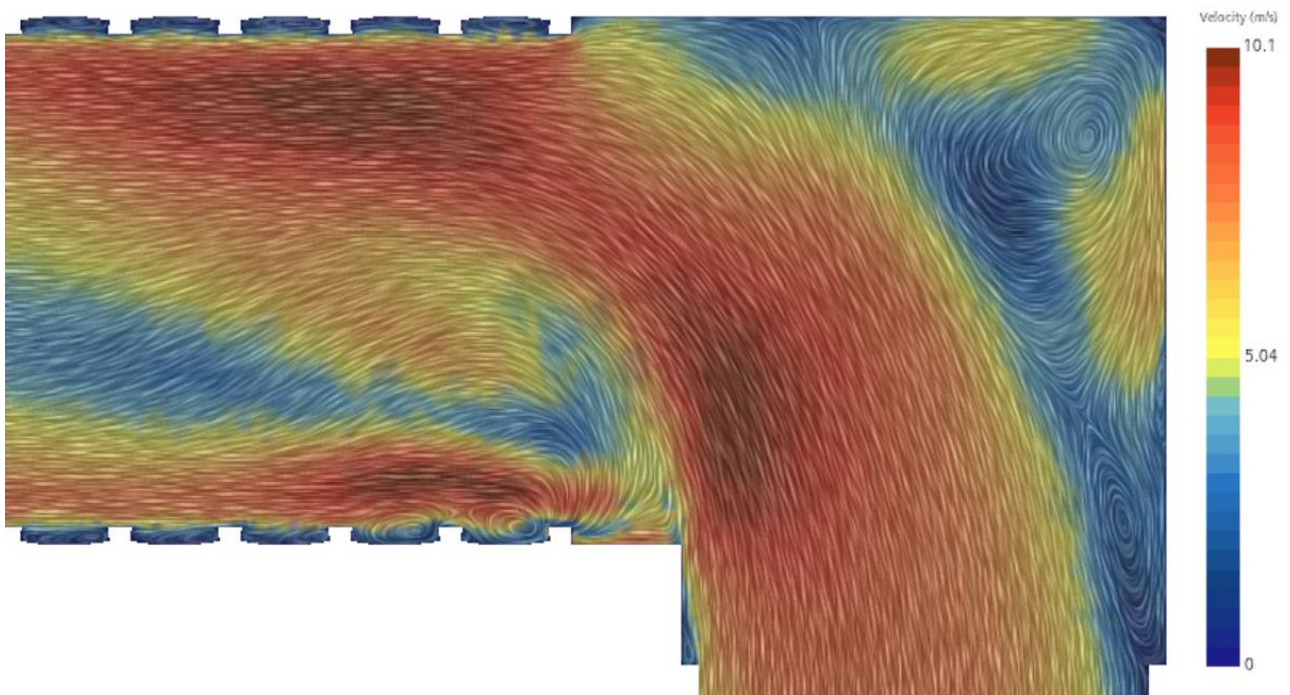
а – с измельчителем с отверстиями диаметром 6 мм; б – без измельчителя

б





а



б

Рисунок 4 – Поля скоростей в измельчителе с отверстиями диаметром:

а – 4 мм; б – 8мм



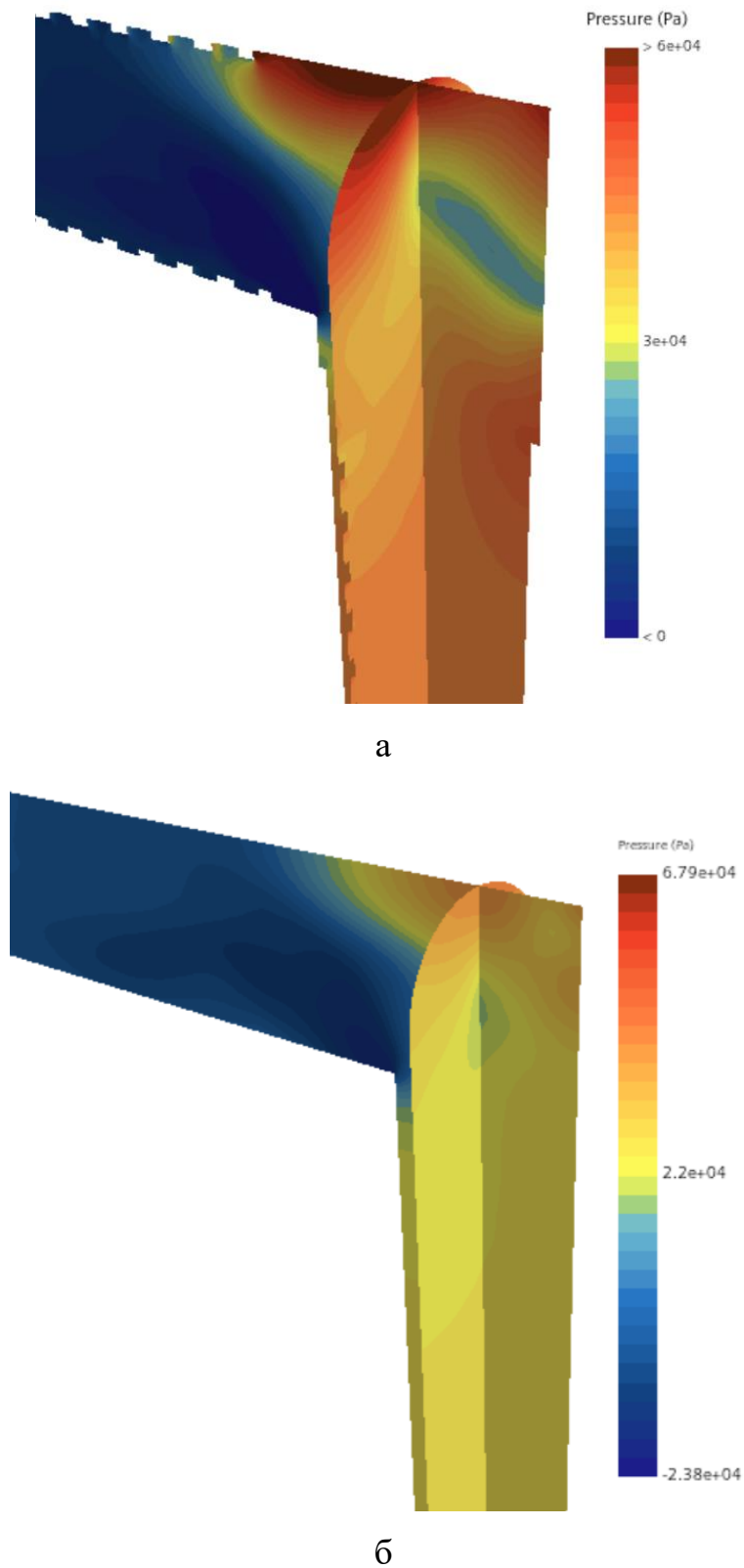


Рисунок 5 – Поля давления в обводном канале:

а – с измельчителем с отверстиями диаметром 6 мм; б – без измельчителя



Наряду с возрастанием скорости потока при увеличении диаметра отверстий измельчителя наблюдается рост давления. Наибольшее значение давления во всех случаях на нижнем горизонтальном участке обводного канала, так как он располагается ближе остальных к насосу. Ближе к выходу из обводного канала давление выравнивается и достигает значения, равного атмосферному (рисунок 6).

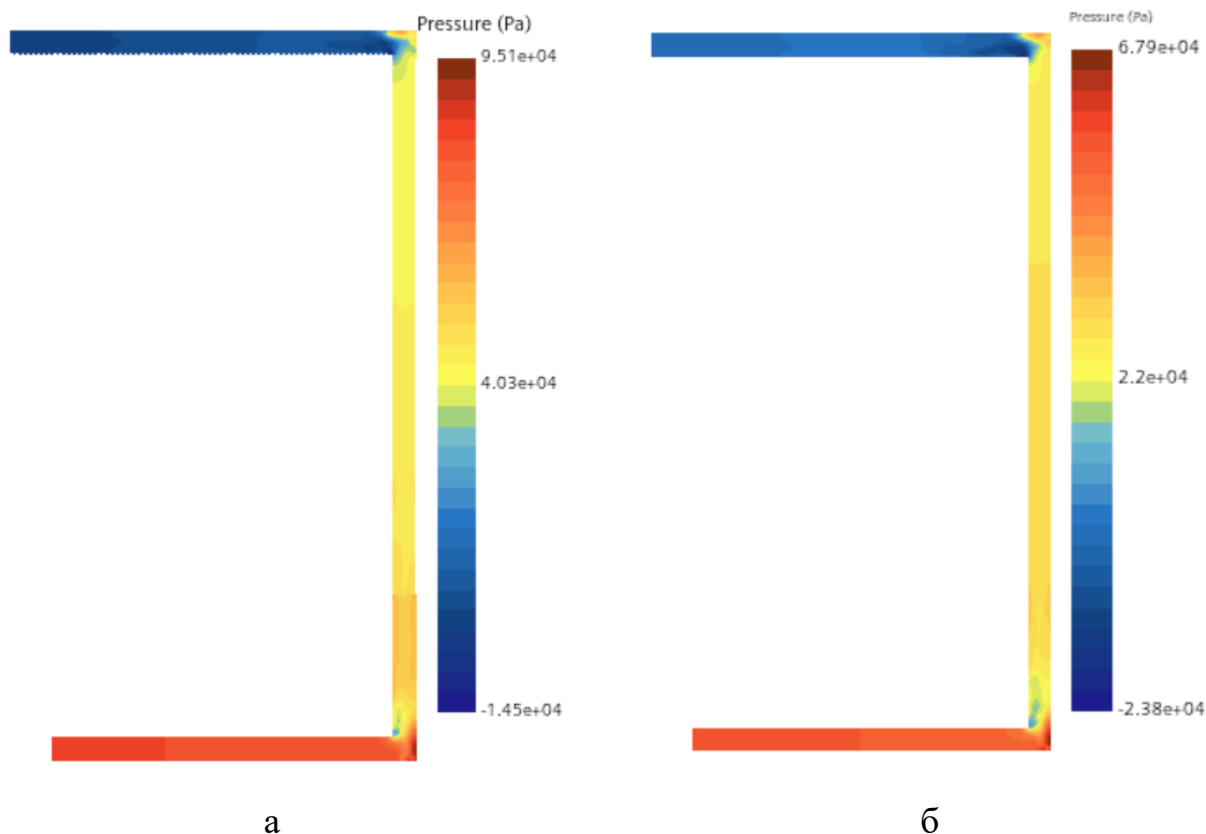


Рисунок 6 – Поля давления в обводном канале: а – с измельчителем с отверстиями диаметром 6 мм; б – без измельчителя

Вывод. Таким образом, на основании проведенных расчетов можно рекомендовать применение пассивного трубного измельчителя с диаметром отверстий $d_o = 6$ мм в установке для приготовления зерновой патоки. Предлагаемое размещение трубчатого измельчителя позволит ускорить разрушения зерновки при приготовлении зерновой патоки.



Список источников

1. Булатов С. Ю. Совершенствование рабочего процесса кормоприготовительных машин путем обоснования их конструкционных и режимных параметров // Вестник НГИЭИ. 2017. № 2 (69). С. 45-53.
2. Пахомов В. И., Брагинец С. В., Бахчевников О. Н. Формирование технологического потока зернового сырья в комплексной системе внутрихозяйственного производства комбикормов. Вестник НГИЭИ. 2016. № 6 (61). С. 89-99.
3. Миронов К. Е., Мансуров А. П., Низовцев С. Л. Разработка конструкции стержневого измельчителя. Вестник НГИЭИ. 2020. № 8 (111). С. 16-25.
4. Передня В. И., Романович А. А., Цой Ю. А. Исследования процесса переработки зернобобовых компонентов в легкоусвояемый корм // Вестник ВИЭСХ. 2018. № 2 (31). С. 34-39.
5. Приловская Е. И. Эффективность использования в кормлении коров кормового продукта "Патока зерновая" // Зоотехническая наука Беларуси. 2019. Т. 54. № 2. С. 46-55.
6. Савиных П. А., Казаков В. А. Новые технологии и технические средства получения патоки из зерна злаковых культур // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2017. № 19. С. 359-361
7. Малозатратная установка для производства зерновой патоки / А. Г. Сергеев, П. А. Савиных, С. Ю. Булатов [и др.] // Сельский механизатор. 2020. № 5-6. С. 26-27
8. Донкова Н. В., Донков С. А. Биотехнология получения сахаров из зернового сырья // Вестник КрасГАУ. 2014. № 6. С. 211-213.
9. Подготовка зерна пшеницы инфракрасным облучением для получения кормовой патоки / С. К. Волончук, В. В. Аксенов, С. А. Дубкова, А. И. Резепин // Современные наукоемкие технологии. 2015. № 10. С. 12-14.



10. Булатов С. Ю., Семенов С. В. Результаты моделирования движения потока воды в трубчатом измельчителе установки для приготовления зерновой патоки // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (52). С. 114-121.
11. Булатов С. Ю., Семенов С. В. Моделирование движения потока воды в пассивном дезинтеграторе установки для зерновой патоки // Техника и технологии в животноводстве. 2023. № 4 (52). С. 86-90.

