

3. Решающее значение для роста производства продукции животноводства имеет совершенствование организации воспроизводства стада и кормовой базы. С этой целью нами разработан оптимальный вариант структуры посевных площадей, в котором предусмотрено увеличение посевов зерновых на фураж, многолетних бобовых трав на сенаж, кормовых корнеплодов, что позволит значительно снизить расход концентратов (10–15 %) и повысить экономическую эффективность выращивания и откорма молодняка сельскохозяйственных животных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агирбов, Ю. И. Экономические проблемы агропромышленного и регионального плодовоощного производства в условиях перехода к рынку / Ю. И. Агирбов. – М.: Изд-во МСХА, 2014. – 252 с.
2. Анализ производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий с применением экономико-математических методов. – М.: Колос, 2008. – 256 с.
3. Ахмадеев, А. М. Проблемы кооперации в мясном подкомплексе АПК / А. М. Ахмадеев. – Уфа, 2017. – 149 с.
4. Ахметов, Р. Г. Эффективность и устойчивость кормопроизводства / Р. Г. Ахметов. – М.: МСХА, 2009. – 123 с.
5. Баканов, В. Н. Кормление сельскохозяйственных животных / В. Н. Баканов. – М.: Агропромиздат, 2013. – 511 с.

УДК 637.11

### **СНИЖЕНИЕ ПЕНООБРАЗОВАНИЯ МОЛОКА ПУТЕМ МОДЕРНИЗАЦИИ МОЛОЧНОГО НАСОСА**

С. А. КОСТЮКЕВИЧ, канд. с.-х. наук, доцент  
Е. В. ДУБРОВСКИЙ, студент 3-го курса,  
агротехнического факультета  
УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет»,  
Минск, Республика Беларусь

**Введение.** Молоко – это сложная многокомпонентная система, в состав которой входят белки, жир, вода, минеральные вещества, витамины и другие компоненты.

Молоко и продукты его переработки являются неотъемлемой частью питания человека из-за высокой концентрации питательных веществ, которые необходимы организму.

Молоко и его составные части с момента доения до получения готовой молочной продукции подвергается разнообразным воздействиям. Постоянно увеличивающаяся доля механизации и автоматизации

технологических процессов обработки первичного продукта и получения молочной продукции приводит к повышению механической нагрузки, прежде всего гидродинамического характера.

Молоко испытывает неизбежные механические воздействия при протекании по трубопроводам и перекачивании насосами. К предельным механическим воздействиям относятся: сбивание, центрифугирование, перемешивание, гомогенизация. Одним из первичных последствий перечисленных механических воздействий является пенообразование. В то время как различные комбинированные продукты питания со взбитой структурой должны обладать стойкой пеной. Образование пены при транспортировке и технологических процессах отрицательно сказывается на качестве продуктов, вырабатываемых из молока.

Молоко склонно к пенообразованию. Обильное пенообразование снижает эффективность ряда технологических процессов (транспортировку, сепарирование, розлив и др.) [1, с. 100]. Пенообразование изменяет жировые и белковые части молочных продуктов; возможно одновременное как укрепление, так и разрыв жировых и раздробленных жировых и белковых частиц [2, с. 299].

**Основная часть.** Особое распространение при транспортировке молока получили лопастные и дисковые центробежные насосы. Это обосновано тем, что центробежные насосы имеют ряд преимуществ, таких, как компактность, простота устройства, легкость сборки и разборки, доступность мойки.

Лопастные центробежные насосы делят на однолопастные с прямыми лопатками и многолопастные с лопатками, загнутыми назад. Центробежное колесо состоит из двух дисков, между которыми, соединяя их в единую конструкцию, находятся лопасти, плавно изогнутые в сторону, противоположную направлению вращения колеса. При вращении колеса на каждую частицу жидкости, находящейся внутри колеса, действует центробежная сила, прямо пропорциональная расстоянию частицы от центра колеса и квадрату угловой скорости вращения колеса. Под действием этой силы жидкость выбрасывается в напорный трубопровод из рабочего колеса, создается разрежение, а в периферийной его части – повышенное давление [2, с. 36].

**Цель исследования** – снижение пенообразования молока в процессе транспортировки по молокопроводу путем модернизации молочного насоса ЦНС-13-70.

Движение жидкости по всасывающему трубопроводу происходит вследствие разности давлений над свободной поверхностью жидкости в приемном резервуаре и в центральной области колеса, где имеется разрежение.

Привод насоса осуществляется от электродвигателя, соединенного непосредственно с насосом.

Многолопастные центробежные насосы имеют более высокий коэффициент полезного действия, их применяют для нагнетания жидкости на относительно небольшую высоту. Напор, создаваемый ими, не превышает 5...10 м, но при этом лопастная форма рабочего колеса насоса вызывает сильное вспенивание.

В герметичном насосе дискового типа давление на нагнетании создается рабочим органом в виде параллельно расположенных дисков, которые перемещают продукт, используя силы пограничного слоя и вязкостного сопротивления [3, с. 87].

Создаваемый ими напор достигает 30 м и более. Коэффициент полезного действия дисковых насосов выше, чем у лопастных насосов, и колеблется в пределах 0,3...0,5.

Для уменьшения пенообразования молока при его транспортировке по молокопроводу и одновременного повышения напора нами предлагается в корпус лопастного центробежного многосекционного насоса добавить еще одну секцию, в которой будет размещено дисковое рабочее колесо, следовательно, изменится конструкция вала насоса.

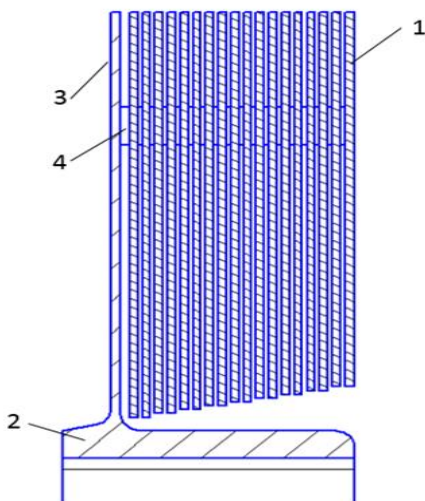


Рис. 1. Разрез дискового рабочего колеса:  
1 – диск; 2 – втулка; 3 – ведущий диск; 4 – винт

Конструкция дискового рабочего колеса представляет собой (рис. 1): ведущий диск 3 с 4 винтами 4, втулку со шпоночным пазом 2, и набор дисков с изменяющимся внутренним диаметром 1 и дистанци-

онных шайб, которые обеспечивают рабочий зазор между дисками. Материал деталей – пищевая нержавеющая сталь 12Х18Н10.

Рабочее колесо вращается и приводит в движение молочную жидкость, находящуюся между лопастями. Возникает центробежная сила, в результате действия которой жидкость от центра рабочего колеса перемещается к выходу и далее через направляющие на вход следующего колеса. Жидкость подводится к центральной части дискового колеса. За счет сил пограничного слоя и трения энергия от дисков передается частицам жидкости молока, которые разгоняются и в результате действия центробежной силы отбрасываются к периферии рабочего колеса – в спиральный отвод. За счет этого освободившееся пространство снова заполняется жидкостью, поступающей из всасывающего трубопровода под действием давления. Так, жидкость переходит с одного колеса на другое с увеличением давления жидкости на каждой ступени.

Уменьшение пенообразования молока происходит из-за того, что дисковое рабочее колесо может работать при более низких давлениях на входе, чем лопастные рабочие органы. Это объясняется тем, что при обтекании входных кромок дисков вследствие малой скорости обтекания возникает меньшее разрежение, чем при обтекании лопаток.

Также следует отметить, что дисковые рабочие органы менее шумные и имеют малый уровень пульсации, что улучшает качество транспортировки молока по молокопроводу.

**Заключение.** В результате модернизации насоса для транспортировки молока ЦНС-13-70 снижается пенообразование молока, так как предложенное дисковое рабочее колесо работает при более низких давлениях на входе, чем лопастные рабочие органы. При обтекании входных кромок дисков вследствие малой скорости их обтекания возникает меньшее разрежение, чем при обтекании лопаток насоса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жданов, В. А. Исследование процесса пенообразования молока: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. А. Жданов; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2000. – 133 с.
2. Китун, А. В. Машины и оборудование в животноводстве: учебник / А. В. Китун, В. И. Передня, Н. Н. Романок. – Минск: БГАТУ, 2019. – 504 с.
3. Мисюра, В. И. Дисковые насосы / В. И. Мисюра, Б. В. Овсянников, В. Ф. Присняков. – М.: Машиностроение, 1986. –112 с.