

Определение зоны действия напряжения в соске вымени при обработке

В.В. Панина, инженер-программист, А.А. Панин, к.т.н., А.П. Козловцев, к.т.н., И.Н. Глушков, к.т.н., А.С. Горюшкин, соискатель, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Применение механических устройств для механизации процесса обмывания сосков выдвигает ряд требований к ним: проведение качественного обмывания, минимального расхода воды, минимальных затрат ручного труда при обслуживании [1].

Для выполнения указанных требований необходимо применение специальных исполнительных органов для обмывания вымени. Определение оптимальных параметров исполнительных органов необходимо вести на основе гидравлических расчётов, так как основным рабочим телом является вода [2].

Материал, методы и результаты исследования.

Сила удара струи (R) воздействует на сравнительно небольшую площадь зоны D , поэтому величину напора перед насадкой можно повышать только до определённого предела, при котором гидродинамическое давление в области D достигнет такой величины, что вызовет у животного болевую реакцию (рис.). Это указывает на необходимость проведения специальных исследований, направленных на установление максимальных напряжений, которые могут быть допущены при очистке поверхности соска.

Определим зону повреждений (в дальнейшем – область нагрузки), возникающую в соске вымени от действия струи [2, 3].

Локальные особенности удара струи определяются физико-механическими свойствами соска

вымени, условиями и скоростью соударения. При ударе струи сосок испытывает действия силы тяжести, силы инерции и давления, которое приложено к части поверхности, находящейся в контакте со струёй. Действием двух первых сил можно пренебречь, а давление будем считать распространённым по закону [4]:

$$P(x^i t) = \begin{cases} P_1(x^i t) & 0 \leq t \leq t_p \\ P_2(x^i t) & t_p \leq t \leq t_b \end{cases}, \quad (1)$$

где t_p – длительность нагрузки, с;

t_b – продолжительность обработки, с.

При ударе струи в соске возникают волны напряжений, которые, распространяясь с конечной скоростью, образуют зону возмущений (нагрузок). При этом в теории упругости различают возмущения сжатия и сдвига.

Возмущения сжатия распространяются со скоростью V_0 , которая определяется по формуле:

$$V_0 = \sqrt{\left(K + \frac{4}{3} \cdot G\right) \cdot \rho}, \quad (2)$$

где G – модуль сдвига;

K – модуль объёмного сдвига;

ρ – плотность материала.

Возмущения сдвига распространяются со скоростью $V_{сд}$, которая определяется по формуле:

$$V_{сд} = \sqrt{\frac{G}{\rho}}. \quad (3)$$

В начальный момент $t = 0$, когда происходит удар, в точке контакта A возникает давление определённой интенсивности, являющееся источ-

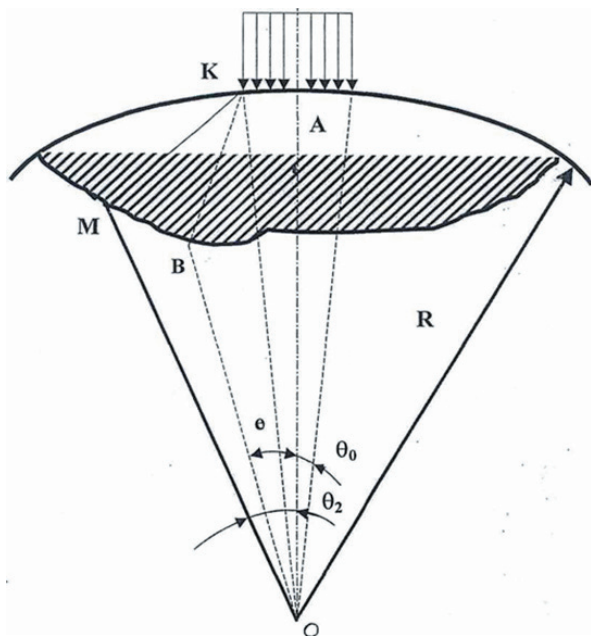


Рис. – Распределение напряжений в сосках вымени от действия сосредоточенной нагрузки

ником волны нагрузки, распространяющейся со скоростью V_0 и V_{cd} во взаимно перпендикулярных направлениях. Образуется область возмущений нагрузки (рис.), ограниченная частью поверхности полусферы радиусом R_2 , включая загруженную область. На рисунке жирной стрелкой показано направление распространения нагрузки [5].

Для рассмотрения задачи определения области распространения напряжений были выполнены следующие построения. Выделена площадь ОАК (половина загруженной области возмущённой нагрузки). Положение области нагрузки в какой-то момент времени определится областью (половиной её) нагрузки ОАВ [5, 6].

Построение выполняется в сферической системе координат: $\varphi; n; X_0$ с началом в точке О. При этом считается, что текущие координаты любой точки области нагрузки изменяются в следующих пределах:

$$\begin{aligned} Q_0 \leq Q \leq Q_2 & \quad r_2 \leq r \leq R_2; \\ Q \leq \varphi \leq \pi & \quad Q \leq X_0 \leq X_2. \end{aligned} \quad (4)$$

Тогда предельную величину зоны нагрузки можно определить по следующим выражениям:

$$Q = \arcsin\left(\frac{V_0}{V_{cd}} \cdot \frac{X_0}{R}\right), \quad X_2^0 = \frac{V_{cd}}{V_0};$$

$$Q_2 = \rho; \quad X_2^{01} = \frac{V_{cd}}{V_0} \cdot 2R;$$

$$r = R \cdot \left[\frac{\cos^2(\Theta - \Theta_0)}{\sqrt{\cos^2(\Theta - \Theta_0) - 1 + \frac{V_0}{V_{cd}} \cdot \frac{X_0}{R}}} \right], \quad (5)$$

где Θ – угол загруженной области.

Эти формулы выражают размеры зоны нагрузки от воздействия струи на вымя без учёта отражения волны нагрузки.

Подсчитав величины зон нагрузок от действия струи воды из всех разбрызгивателей обмывочного устройства, можно определить их оптимальное количество и расположение.

Литература

1. Макаровская З.В. Научно-технические аспекты создания гибких производственных систем обслуживания животных / З.В. Макаровская, В.Д. Поздняков, А.П. Козловцев, А.А. Панин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2011. Т. 22. № 1. С. 269–276.
2. Панин А.А. Совершенствование системы контроля внутренней поверхности молокопровода доильной установки // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 2 (26). С. 67–68.
3. Всяких А.С. Научные основы и практика выращивания молодняка на молочных комплексах. М.: Колос, 1968. 127 с.
4. Панин А.А., Козловцев А.П., Поздняков В.Д. Научно-технические аспекты создания гибких производственных систем обслуживания животных // Научно-технический прогресс в животноводстве – инновационные технологии и модернизация в отрасли: сб. науч. трудов. Подольск, 2011. Т. 22. Ч. 1.
5. Панин А.А. Совершенствование системы промывки и контроля состояния внутренней поверхности молокопровода доильной установки: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Оренбург, 2012. 124 с.
6. Карташов Л.П., Козловцев А.П., Герасимов А.С. Обоснование нового массажного устройства // Техника в сельском хозяйстве. 2002. № 3. С. 34–36.