

В резервуаре во время перемешивания жидкая фаза навоза должна течь с такой скоростью  $u$ , чтобы частицы перемещались не только в горизонтальном направлении, но и вертикальном. Для определения необходимой скорости потока при перемешивании рассмотрим, какие силы действуют на частицу, когда она находится на дне резервуара, и имеет, для определенности, форму шара диаметр  $d_0$  и массу  $m$ .

$$F_{\text{п}} + F_{\text{в}} - F_{\text{т}} = 0; \quad (1)$$

$$F_{\text{д}} - F_{\text{с}} - F_{\text{тр}} = 0. \quad (2)$$

Выталкивающая силу можно определить по формуле

$$F_{\text{в}} = gV_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}} \quad (3)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ,

$\rho_{\text{ж}}$  – плотность жидкости,  $\text{кг/м}^3$ ,

$V_{\text{ч}}$  – объем частицы,  $\text{м}^3$ ,

$$V_{\text{ч}} = \frac{\pi d_0^3}{6}. \quad (4)$$

По формуле (1) с учетом формулы (3) и (4) определим условие движения частицы в вертикальной плоскости

$$F_{\text{п}} \geq gm - gV_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}} = g(m - V_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}}). \quad (5)$$

По формуле (2) с учетом формулы (3–5) определим условие переноса частиц в горизонтальном направлении

$$F_{\text{д}} \geq F_{\text{с}} + k_{\text{д}}(g(m - V_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}}) - F_{\text{п}}), \quad (6)$$

где  $k_{\text{д}}$  – коэффициент трения между частицей и дном.

Вследствие условий (5) и (6) при некоторых естественных допущениях, используя формулы Бернулли и Ньютона, получаем формулу для скорости потока  $u_{\text{к.в}}$ , при котором частица будет перемещается в вертикальной плоскости [2]

$$u_{\text{к.в}} = 2\sqrt{\frac{gd_0}{3} \left( \frac{\rho_{\text{ч}}}{\rho_{\text{ж}}} - 1 \right)}, \quad (7)$$

где  $\rho$  – плотность частицы,  $\text{кг/м}^3$ .

Скорости потока, при которой частица будет перенесена в горизонтальном направлении:

$$u_{\text{к.г}} \geq 2\sqrt{\frac{gd_0 k_{\text{д}} (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{ж}}) - 12\tau_0}{3\rho_{\text{ж}} (\zeta + 2k_{\text{д}})}}, \quad (8)$$

где  $\tau_0$  – тангенциальное напряжение сдвига,  $\text{кг/м} \cdot \text{с}^2$ ,

$\zeta$  – коэффициент сопротивления.

Сравнив формулы (7) и (8) получаем, что скорость потока, при котором частица будет перемещаться в вертикальной плоскости, больше скорости потока, при котором частица будет перемещаться в горизонтальном направлении. Следовательно, для перемещения твердых частиц во всем объеме резервуара должно соблюдаться условие  $u > u_{\text{к.в}}$ .

Заключение

Получены формулы, позволяющие определить величину скорости потока жидкой фракции навоза, при которой происходит перемещения твердых частиц навоза во всем объеме резервуара.

Список использованных источников

1. Кольга Д.Ф. Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения/ Д.Ф.Кольга, А.С.Васько. – Минск: БГАТУ. – 128с.

**60. Ф.Д. Сапожников, Н.П. Жук, Ф.И. Назаров, Н.В. Булак, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь**

### **ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С СИСТЕМАМИ НА ГИДРОФТОРОЛЕФИНАХ**

Введение

В настоящее время для заправки молокоохладительных установок стремятся применять экологически безопасные хладагенты-гидрофторолефины (ГФО). Наиболее часто используемые на

сегодняшний день в качестве хладагентов олефины R1234yf и R1234ze(E). В рамках этой статьи освещены технические и эксплуатационные особенности работы с системами на ГФО [1, 2, 3].

#### Основная часть

Обнаружение утечек – важная задача при обслуживании систем не только на традиционных хладагентах, но и систем на ГФО. Наиболее рекомендованными методами являются: 1) контроль системы под избыточным давлением азота – опрессовка; 2) применение пенных веществ; 3) использование ультрафиолетовой (УФ) присадки; 4) электронные течеискатели.

Два первых способа являются универсальными и их применение для обнаружения утечки конкретно для ГФО ничем принципиально не отличается. Применение в системе азота под давлением не позволяет определить конкретное место утечки, хотя и является наиболее точным с точки зрения вероятности обнаружения факта даже малейшей утечки. Использование пенных вещества является старейшим методом, однако сегодня практически проигрывает, поскольку найти с его помощью мельчайшие утечки невозможно, и зачастую их применение крайне затруднено.

Общий набор приспособлений для применения УФ-присадок (УФ-лампа, защитные УФ-очки, инжектор, ручной насос, чистящее средство и др.) может использоваться и для выявления утечки ГФО. Однако необходимо использовать присадки, допущенные для олефинов, т.к. УФ-присадка должна быть на основе специальных масел, разработанных именно для таких веществ

Для электронных течеискателей обнаружение мельчайших утечек не представляет сложности. Однако правильное применение проверочного зонда в некоторых областях едва ли возможно, или, как минимум, требует больших затрат времени. Для поиска утечки олефинов необходимо применять только рекомендованные для них электронные течеискатели, что связано с умеренной горючестью этих веществ. Конструкция такого течеискателя должна предполагать искрозащищенное исполнение корпуса и наконечника. Большинство традиционно используемых течеискателей не подходит для обнаружения утечки олефинов, более того – их применение опасно. В любом случае применимость конкретного течеискателя необходимо уточнить в инструкции производителя.

Использование нового хладагента означает изменение стандартов, размеров, фитингов, соединительных разъемов, резьбы – это означает обязательным к применению нового оборудования, во избежание аварий при заправке и обслуживании. Часть предлагаемого на рынке сервисного оборудования может работать с новыми и старыми типами хладагентов. Остановимся на основных особенностях.

*Присоединительные муфты.* Резьбовые сервисные порты стационарных холодильных систем на олефинах остаются традиционными, поэтому нет необходимости в приобретении новых заправочных шлангов или каких-либо переходников. Требуется только четко идентифицировать систему по холодильному агенту и далее правильно с ней работать.

*Сервисные коллекторы.* Конструктивно механические сервисные коллекторы не имеют взрывоопасных элементов, поэтому могут использоваться для традиционных хладагентов, в том числе они годятся для работы с олефинами. Необходимо только установить соответствующие манометры со шкалами температур для олефинов. Применение электронных коллекторов наиболее предпочтительно, т.к. во всех современных моделях в памяти уже есть применяемые ГФО, что существенно упрощает работу с ними. Корпуса электронных коллекторов, как правило, выполнены герметичными и в искрозащищенном исполнении (дополнительно уплотнена крышка отсека с батареями). На рисунке 1 показаны варианты механических и электронных сервисных коллекторов.



Рис. 1. - Заправочные коллекторы: слева – механический с манометрами для работы с R1234yf и комплектом шлангов; справа – электронный настроенный на работу с олефином R1234yf

Станции сбора хладагента. Олефины представляют собой однокомпонентные вещества пока достаточно дорогостоящие, поэтому их сбор и повторное использование физически возможно и с экономической точки зрения целесообразно. Однако станции сбора для традиционных хладагентов использовать для откачки олефинов нельзя, в связи с их хоть и умеренной, но горючестью. Для сбора олефинов можно использовать станции, предназначенные для горючих хладагентов, таких как пропан (R290) и изобутан (R600a), но таких станций на нашем рынке в настоящее время практически не найти. Поэтому сбор олефинов с целью их повторного применения представляет на сегодняшний день определенные трудности [4].

Сервисные станции для систем кондиционирования. Для сервиса холодильного оборудования давно разработаны и с успехом используются передвижные универсальные станции, позволяющие собрать хладагент, провести его частичную очистку, свакуумировать систему, провести диагностику герметичности холодильного контура, заправить необходимое количество хладагента, при необходимости с добавлением дозы УФ-красителя. Такие станции широко применяются для хладагента R134a, но они не годятся для олефинов опять же по причинам умеренной горючести последних, и не только поэтому.

Установленные производителями автомобилей новые нормативы точности заправляемого количества R1234yf значительно превосходят старые для R134a, поэтому и были разработаны новые установки для обслуживания систем кондиционирования. В них значительно повышена точность заправки до  $\pm 15$  г, также использован новый метод компенсации количества хладагента остающегося в заправочных шлангах с точностью  $\pm 5$  г при окружающей температуре от  $+5$  до  $+45^\circ\text{C}$  и при объёме заправки от 300 до 900 г.

Помимо этого оборудование для работы с R1234yf содержит ряд специальных дополнительных функций (пояснения изложены ниже), однако и стоят такие станции дороже обычного сервисного оборудования. Главное, что все электрические компоненты станции для работы с R1234yf выполнены в искрозашитенном исполнении. Установки оснащаются дополнительной системой вентиляции для предотвращения скопления хладагента внутри корпуса, введён контроль исправности вентилятора. При первом запуске станция проводит интенсивную вентиляцию корпуса в течение установленного времени. Имеется детектор утечки хладагента, что обеспечивает включение автоматической вентиляции корпуса и сигнализацию персоналу. Также применена более технологичная система взвешивания емкостей для нового и отработанного масел и УФ-красителя. Сами ёмкости для нового масла и красителя герметичные для предотвращения контакта с воздухом и поглощения влаги из него, оснащены системой распознавания хладагента и определения степени его чистоты, что исключает ошибки в заправке. Управление новой станцией для работы с R1234yf максимально унифицировано со старыми станциями для работы с R134a.

Мы остановились на основных отличительных особенностях технического оснащения для работы с олефинами, остальное же оборудование и инструменты могут быть использованы такие же, как и для традиционных хладагентов.

Заключение

В будущем холодильные системы на олефинах и смесях на их основе будут встречаться все чаще. Положительные моменты для специалистов, которые будут или уже работают с ГФО следующие: кардинальным образом с появлением нового хладагента ничего не меняется; конструкция холодильных систем использующих ГФО не претерпела сильных изменений; основные методики работы с новым хладагентом остались без изменений; серьезного переучивания (как например, для работы с пропаном, аммиаком или диоксидом углерода) сервисным специалистам не требуется. Однако необходимо учитывать и существенные отличительные особенности при работе с веществами, представляющими большую опасность, чем традиционные хладагенты [5].

Список использованных источников

1. Паспорта безопасности на R1234yf и R1234ze. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agas.com/products-services/refrigerants> (дата обращения 28.09.2020).
2. Озонобезопасные технологии в холодильной промышленности. Гидрофторолефины. [Электронный ресурс]. URL: <http://hvaccenter.ru/gidroftorolefiny> (дата обращения 23.09.2020).
3. Какие масла использовать для фреонов R1234yf и R1234ze. [Электронный ресурс]. URL: <https://cool-system.ru/blog/ustroystvo-i-osnovnye-uzly-sistemy/kakie-masla-ispolzovat-dlya-freonov-r1234yf-i-r1234ze> (дата обращения 24.09.2020).
4. Оборудование для ремонта и обслуживания кондиционера. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.xiron.ru/content/view/32052/28/> (дата обращения 02.02.2021).
5. Сапожников, Ф.Д. Охлаждение молока и техническое обслуживание установок : практикум / Ф.Д. Сапожников, В.М. Колончук, Ф.И. Назаров. – Минск : БГАТУ, 2016. – 88 с.

**61. С.М. Герук, к.т.н., доцент., с.н.с., Т.Б. Веремій, Житомирський агротехнічний коледж**  
**ОСОБЛИВОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА І**  
**ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ В АГРАРНОМУ**  
**ВИРОБНИЦТВІ**

Головною умовою розвитку сільськогосподарського виробництва на сучасному етапі є модернізація матеріально-технічної бази галузі, доведення кількості сільськогосподарської техніки до оптимальних меж, прискорення технічного прогресу, всебічна інтенсифікація, а також спеціалізація і концентрація, здійснювані на базі міжгосподарської кооперації і агропромислової інтеграції. Вирішення цього завдання можливе лише при ефективному використанні всіх ресурсів, в тому числі матеріально-технічних.

Найважливішим фактором підвищення ефективності сільського господарства є комплексна механізація виробництва на основі оптимального оснащення галузі сучасною технікою, створеною з використанням останніх досягнень науково-технічного прогресу. Найбільш повне і ефективно використання техніки означає відповідність або максимальне наближення фактичних показників до рівня техніко-економічних і експлуатаційних нормативів при якісному виконанні механізованих робіт, на основі дотримання всіх агротехнічних вимог, з мінімальними витратами праці і коштів. Заходи, що вживаються дають потрібну віддачу в тому випадку, якщо на місцях, в кожному підприємстві і в організації агропромислового комплексу будуть значно краще використовувати все, що має сільське господарство.

Основними тенденціями розвитку системи машин є подальше підвищення потужності енергетичних засобів, підвищення продуктивності агрегатів за рахунок збільшення ширини захвату, робочих швидкостей, пропускної здатності збиральних машин, вантажопідйомності транспортних і навантажувальних засобів.

Наука про ефективне використання машин в сільському господарстві нашої країни виникла і розвивалася виходячи з потреб практики великих механізованих господарств - радгоспів, колгоспів, машинно-тракторних станцій, підприємств сільгосптехніки, міжгосподарських підприємств і об'єднань. Вона розвивалася в міру підвищення технічного оснащення сільськогосподарського виробництва, накопичення виробничого досвіду і даних про експлуатацію техніки, вдосконалення технологічних процесів і розвитку методів дослідження.

Проведення ґрунтового аналізу ефективності використання техніки вимагає наявності обліку в господарствах, всебічного вивчення організації роботи машинно-тракторного парку. Ефективність виробництва, як економічна категорія, виражає виробничі відносини людей в процесі виробництва,