

7. Мисун, Л.В. Методика оценки профессиональной успешности и безопасности операторов мобильной сельскохозяйственной техники / Л.В. Мисун, А.Н. Гурина // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: Сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21–22 марта 2013г. / Белорус. гос. аграр. техн. ун-т; под общ. ред. А.А. Бренча. – Минск, 2013. – С. 288–290.

Abstract

Conducting combine work is one of the most time-consuming processes, in which involved a huge amount not only vehicles but also big labor. Therefore, the efficiency of the harvesting season is largely dependent on the professional knowledge of operators and their psychophysiological features.

УДК 622.867.322

ОТРАБОТКА РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПАТРОНА КАК МЕРА ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ РЕСПИРАТОРА НА ХИМИЧЕСКИ СВЯЗАННОМ КИСЛОРОДЕ

С. Г. Ехилевский, д.т.н., профессор, С.А. Ольшаников, Е.П. Потапенко
УО «Полоцкий государственный университет, г. Полоцк, Республика Беларусь

Установлено, что время наступления критического проскока CO_2 через неоднородно снаряженный регенеративный патрон, подключенный по открытой схеме, дает заниженную оценку прироста защитного действия дыхательного аппарата. В таких случаях рекомендуется использовать среднюю отработку кислородсодержащего продукта к моменту наступления критического проскока CO_2 , так как уменьшение проскока, обусловленное зависимостью диаметра гранул продукта от глубины их залегания, само эволюционирует во времени.

Введение

Предлагаемая оценка количественно совпадает с найденной по сроку защитного действия для круговой схемы воздухопроводной части, когда проскок CO_2 возвращается на вдох.

В существующих дыхательных аппаратах на химически связанном кислороде остается значительный резерв повышения эффективности использования защитного ресурса регенеративного патрона. Например, в двухлитровом баллоне респиратора Р12, рассчитанном на четырехчасовой срок защитного действия помещается 550 г сжатого кислорода. Аппарат РХ-4 рассчитан на то же время. В его регенеративный патрон заключено 3,7 кг кислородсодержащего продукта на 90% состоящего из супероксида калия.



Принимая во внимание химическую формулу KO_2 и молекулярные массы элементов, получим $0,93,732/71=1,5$ кг кислорода, что почти втрое больше, чем в баллоне. Основные причины неэффективного использования ресурса - мертвый слой сорбента, неиспользуемый к моменту критического проскока CO_2 и спекание лобовых слоев продукта под действием экзотермического тепла [1].

Основная часть

При математическом моделировании динамической сорбционной активности возникают обезразмеренные переменные, связанные с обычным временем t и координатой x соотношениями:

$$\tau = \beta\gamma t \in [0, \tau_{kp}], \quad \xi = \beta x / v \in [0, \eta] \quad (2)$$

в которых v - скорость фильтрации, τ_{kp} - время наступления критического проскока CO_2 , η - обезразмеренная длина патрона, а β и γ - феноменологические постоянные, характеризующие скорость и ресурс реакции (1).

Существуют попытки повышения эффективности использования ресурса патрона воздействием на v [2-3], связанные со внесением изменений в конструкцию аппаратов для ускорения фильтруемого воздушного потока в лобовых слоях кислородсодержащего продукта и замедления в замыкающих. Однако введение в конструкцию аппарата дополнительных элементов ведет к увеличению его массы, габаритов, физиологических затрат на ношение, снижению надежности и т.п.

Этих недостатков лишен предложенный в [4] альтернативный путь повышения эффективности патрона, основывающийся на управлении гранулометрическим составом кислородсодержащего продукта. Дело в том, что скорость хемосорбции определяется диффузией молекул CO_2 внутрь гранул кислородсодержащего продукта и обратно-пропорциональна квадрату их диаметра [5].

Оценим прирост эффективности использования имеющегося ресурса регенеративного патрона, обусловленный уменьшением диаметра гранул в направлении фильтрации выдыхаемого воздуха. Используем для этого развитый в [4] формализм:

$$\omega(\xi, \tau) = \omega_1(\xi, \tau)\theta(\zeta - \xi) + \omega_2(\xi - \zeta, \tau)\theta(\xi - \zeta), \quad (3)$$

$$u(\xi, \tau) = u_1(\xi, \tau)\theta(\zeta - \xi) + u_2(\xi - \zeta, \tau)\theta(\xi - \zeta), \quad (4)$$

$$\omega_1(\xi, \tau) = e^{-\alpha_1 \xi} \left[1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(\alpha_1 \xi)^n}{n!} \left(1 - e^{-\alpha_1 \tau} \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(\alpha_1 \tau)^k}{k!} \right) \right], \quad (5)$$

$$u_1(\xi, \tau) = 1 - e^{-\alpha_1 \tau} \left(1 - e^{-\alpha_1 \xi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(\alpha_1 \xi)^n}{n!} \sum_{k=1}^n \frac{(\alpha_1 \tau)^k}{k!} \right), \quad (6)$$

$$u_2(\xi, \tau) = e^{-\alpha_2 \tau} \alpha_2 \int_0^{\tau} e^{\alpha_2 \tau} \omega_2(\xi, \tau) d\tau, \quad (7)$$

$$\omega_2(\xi, \tau) = e^{-\alpha_2(\xi+\tau)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f_n(\tau)}{n!} (\alpha_2 \xi)^n, \quad (8)$$

$$f_{n+1}(\tau) = \alpha_2 \int_0^{\tau} f_n(\tau) d\tau, \quad (9)$$

$$f_0(\tau) = e^{\alpha_2 \tau} \omega_1(\xi, \tau), \quad (10)$$

где $\omega(\xi, \tau)$ - приведенная концентрация CO_2 в потоке воздуха, $u(\xi, \tau)$ - приведенная концентрация связанного углерода, ξ - место скачка диаметра гранул, $\theta(\xi)$ - функция Хевисайда.

Соотношения (3), (10) позволяют вычислить проскок и определить долю отработанного продукта (см. рис.1, 2 кривые 2) в патроне со скачком диаметра гранул. Расчеты выполнены для $\eta = 4,426$, $\xi = 0,91$, $\alpha_1 = 0,64$, $\alpha_1 = 1,78$. Для сравнения кривые 1 на первом и втором рисунках отвечают однородно снаряженному патрону и строятся соответственно при помощи формул (5) и (6) с $\alpha_1 = 1$.

$$\omega_o(\xi, \tau) = e^{-\xi} \left[1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\xi^n}{n!} \left(1 - e^{-\tau} \sum_{k=0}^{n-1} \frac{\tau^k}{k!} \right) \right], \quad (11)$$

$$u_o(\xi, \tau) = 1 - e^{-\tau} \left(1 - e^{-\xi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\xi^n}{n!} \sum_{k=1}^n \frac{\tau^k}{k!} \right), \quad (12)$$

Время критического проскока CO_2 определялось из условия:

$$\omega(\eta, \tau_{кр}) = 0.375 \quad (13)$$

В неоднородно снаряженном патроне оно увеличилось на 6,9% (рис. 1). Распределение связанного углерода (а значит и источников экзотермиче-

ского тепла) стало более равномерным (рисунок 2). Средняя отработка регенеративного патрона возросла на 12,9%.

Выясним, какую из двух последних величин следует использовать в качестве оценки повышения эффективности использования защитного ресурса дыхательного аппарата. Учтем что проскок остается внутри воздуховодной части т.к в дыхательном мешке он смешивается с воздухом, поступающим на вдох. В результате постепенно увеличивается содержание CO_2 в выдохе. Это значит, что граничное условие в задаче динамики сорбции становится нестационарным.

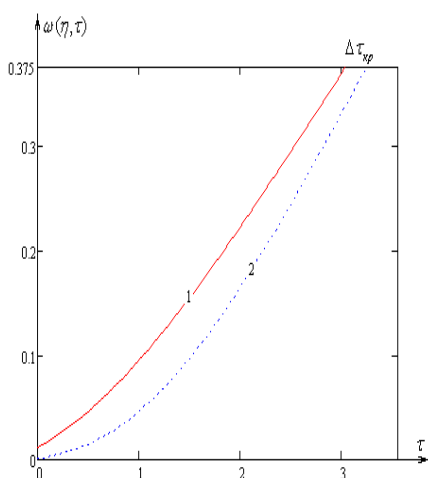


Рисунок 1 – Проскок CO_2 через регенеративный патрон: 1 – однородно снаряженный; 2 – со скачком диаметра гранул

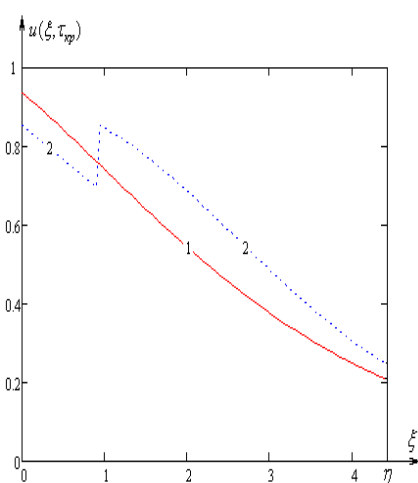


Рисунок 2 – Отработка кислородсодержащего продукта: 1 – в однородно снаряженном патроне; 2 – со скачком диаметра гранул

В [6] такая ситуация смоделирована для однородно снаряженного патрона. Показано, что добавление проскока к постоянной составляющей заметно сокращает срок защитного действия. В аппарате со скачком диаметра гранул хемосорбента этот эффект должен проявиться в меньшей мере из-за более медленного роста проскока (рисунок 1). Для количественной оценки воспользуемся формулами (8), (9), заменив в них α_2 на α_1 :

$$\alpha_{11}(\xi, \tau) = e^{-\alpha_1(\xi+\tau)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f_n(\tau)}{n!} (\alpha_1 \xi)^n, \quad (14)$$

$$f_{n+1}(\tau) = \alpha_1 \int_0^{\tau} f_n(\tau) d\tau, \quad (15)$$

Первый индекс в левой части (14) нумерует рассматриваемую часть регенеративного патрона, а второй - шаги итерационной процедуры (подробнее см [6]). На первом шаге, в соответствии с изложенным, для $f_0(\tau)$ вместо (10) следует записать:

$$f_0(\tau) = e^{\alpha_1 \tau} (1 + \omega(\eta, \tau)), \quad (16)$$

где $\omega(\eta, \tau)$ следует вычислять с помощью (3), (8) – (10). Полученная в результате описанных действий зависимость $\omega_{11}(\zeta, \tau)$ в качестве граничного условия должна быть подставлена в (10) для получения (с помощью (8), (9)) проскока через вторую часть патрона:

$$\omega_{21}(\xi, \tau) = e^{-\alpha_2(\xi + \tau)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f_n(\tau)}{n!} (\alpha_2 \xi)^n, \quad (17)$$

$$f_{n+1}(\tau) = \alpha_2 \int_0^{\tau} f_n(\tau) d\tau, \quad (18)$$

$$f_0(\tau) = e^{\alpha_2 \tau} \omega_{11}(\zeta, \tau). \quad (19)$$

«Сшив» зависимости (14), (17) в первом приближении определим эволюцию приведенной концентрации CO_2 в токе регенерируемого воздуха в неоднородно снаряженном патроне аппарата с круговой схемой воздуховодной части.

$$\omega^{(1)}(\xi, \tau) = \omega_{11}(\xi, \tau) \theta(\zeta - \xi) + \omega_{21}(\xi - \zeta, \tau) \theta(\xi - \zeta). \quad (20)$$

Результаты выполненных в MathCAD вычислений представлены на рисунке 3. Кривые 2, 3 и 4 построены по формулам (11), (20) и (3) соответственно. А кривая 1 – с помощью процедуры, описанной в работе [6]. Видно, что в патроне со скачком диаметра гранул влияние замкнутости воздуховодной части выражено менее ярко. Это увеличивает прирост времени наступления критического проскока с 6,9% до 12,9%, что совпадает со значением, найденным для открытой схемы по средней загрязненности патрона к моменту критического проскока.

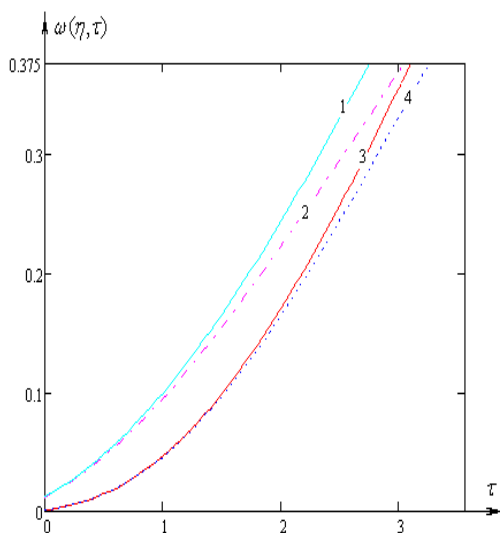


Рисунок 3 – Проскок CO_2 через регенеративный патрон:
однородно снаряженный с круговой (1) и открытой (2)
схемами подключения

Заключение

Таким образом, для оценки прироста защитного действия неоднородно снаряженного аппарата не нужно моделировать круговую схему воздухо-водной части. Достаточно вычислить прирост средней загрязненности патрона с открытой схемой подключения.

Литература

1. Ехилевский С.Г. Повышение ресурса дыхательных аппаратов на химически связанном кислороде: Автореферат диссертации докт. техн. наук - Днепропетровск, 2002.- 36 с.
2. Патент 23426 Украина, А 62 В 7/08. Изолирующий дыхательный аппарат / С.Г.Ехилевский, В.В.Пак, Э.Г.Ильинский (Украина). - № 96072701; Заявл.08.07.96; Опубл. 08.07.98, Бюл. № 4. – 3 с.
3. Патент 23427 Украина, А 62 В 19/00. Регенеративный патрон дыхательного аппарата с химически связанным кислородом / С.Г.Ехилевский, В.В.Пак, Э.Г.Ильинский (Украина). - № 96072700; Заявл. 08.07.96; Опубл. 08.07.98, Бюл. № 4. – 3 с.
4. Ехилевский С.Г., Ольшаников С.А. Оптимизация теплового режима шахтного самоспасателя на химически связанном кислороде // Изв. Вузов. Горный журнал. – 2013. – № 6. – С. 35 – 42.

5. Ехилевский С.Г., Голубева О.В., Пяткин Д.В., Гурьева Н.А. Влияние формы и размеров пористой гранулы на скорость внутренней диффузии // Изв. Донецкого горного ин-та. 2010, №1, С.105 -113.

6. Ехилевский С.Г., Голубева О.В., Пяткин Д.В., Гурьева Н.А. Математическая модель дыхательного аппарата на химически связанном кислороде с круговой схемой воздухоходной части // Изв. Донецкого горного института. 2013, №2, С. 105 –113.

Abstract

It is established that time of the critical breakthrough CO₂ via heterogeneous kitted regenerative cartridge , connected by an open circuit , giving an underestimation of the protective effect of growth-contained breathing apparatus, correct to use the average of the oxygen-containing product testing of the entire length of the cartridge at the moment when the critical breakthrough CO₂, for the reduction of leakage due to the dependence of the diameter of the granules of the product from their depths , of course evolves over time.

УДК 632. 982. 4

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПЕСТИЦИДОВ ОПРЫСКИВАТЕЛЕМ «ADVANCE 3000 VORTEX»

В. Г. Небытов, к. б. н., доцент, С. С. Шпанко, М. М. Баландина
ФГБОУ ВПО Орел ГАУ, г. Орел, Россия

Работники подвергались комплексному воздействию неблагоприятных микроклиматических условий, шума и загрязнению спецодежды, кожных покровов, воздуха рабочей зоны пестицидами при приготовлении растворов и опрыскивании посевов. Необходимым условием безопасного труда рабочих, механизатора при применении пестицидов является комплексное использование средств индивидуальной защиты.

Введение

Пестициды являются биологически активными соединениями и представляют опасность окружающей среде, здоровью людей, животным, растениям, имуществу граждан, снижают качество пищевых продуктов вследствие нарушения регламентов обращения с ними. При сочетанном воздействии неблагоприятных факторов в сельскохозяйственном производстве работники подвергаются воздействию пестицидов при изменяющихся их концентрациях и комбинированном поступлении в организм через органы