

УДК 622.867.322

# НАТУРНЫЕ СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ХИМИЧЕСКИ СВЯЗАННОМ КИСЛОРОДЕ С РЕВЕРСОМ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

**ПОТАПЕНКО ЕВГЕНИЙ ПАВЛОВИЧ**проректор по научно-методической работе  
ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУ»**ГОЛУБЕВА ОКСАНА ВАЛЕРЬЕВНА**первый проректор  
ПГУ им. Евфросинии Полоцкой*Научный руководитель: Степан Григорьевич Ехилевский**д.т.н., профессор**Полоцкий государственный университет им. Евфросинии Полоцкой*

**Аннотация:** предложенные выкладки позволяют подтвердить правильность математических моделей работы изолирующего дыхательного аппарата на химически связанном кислороде после реверса воздушного потока.

**Ключевые слова:** изолирующий дыхательный аппарат, кислородсодержащий продукт, реверс воздушного потока.

## FULL-SCALE COMPARATIVE TESTS OF BREATHING APPARATUS ON CHEMICALLY BOUND OXYGEN WITH AIR FLOW REVERSE

**Potapenko Evgeniy Pavlovich,  
Golubeva Oksana Valerievna***Scientific adviser: Ekhilevskiy Stepan Grigorievich*

**Abstract:** suggested calculations make it possible to confirm correctness of mathematical models of isolating breathing apparatus operation on chemically bound oxygen after air flow reverse.

**Key words:** insulating breathing apparatus, oxygen-containing product, air flow reversal.

Дыхательный аппарат с реверсом воздушного потока [1] обеспечивает более равномерное распределение источников экзотермического тепла, что в свою очередь предотвращает спекание гранул кислородсодержащего продукта (рисунок 1).

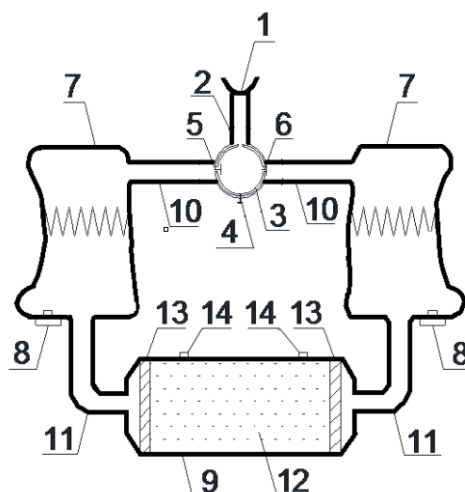


Рис. 1. Дыхательный аппарат с реверсом воздушного потока

Отличительной особенностью такого технического решения от аппарата с маятниковой схемой воздухопроводной части – отсутствие вредного пространства, занятого воздухом, который возвращается на вдох, так и не вступив в контакт с активной (не выработанной) частью регенеративного патрона. Подпружинивание мешков выдоха и вдоха демпфирует скачки давления и снижает сопротивление дыханию.

Для подтверждения полученных зависимостей в уравнениях математической физики [2] построенных на основе-теоретико вероятностного подхода были проведены натурные сопоставительные испытания дыхательного аппарата с реверсом воздушного потока (регенеративный патрон РП-7). Для имитации дыхания с помощью компрессорной установки на вход патрона подавалась воздушная смесь с 4% углекислого газа. В отсутствии реверса, полученный в численном эксперименте срок защитного действия (около 56 минут) обеспечивался при объемном расходе воздуха 40 л/мин, что соответствует физической нагрузке выше среднего уровня. Температурный режим процесса хемосорбции  $\text{CO}_2$  (как функция времени и координаты) отслеживался на поверхности регенеративного патрона с помощью инфракрасного прибора для измерения температуры Ada instruments TemPro 700.

Результаты измерений представлены на рисунке 2. Видно, что в начале работы аппарата быстрый рост температуры происходит в лобовом слое продукта, где максимальный концентрационный напор сочетается с незадействованным поглотительным ресурсом хемосорбента.

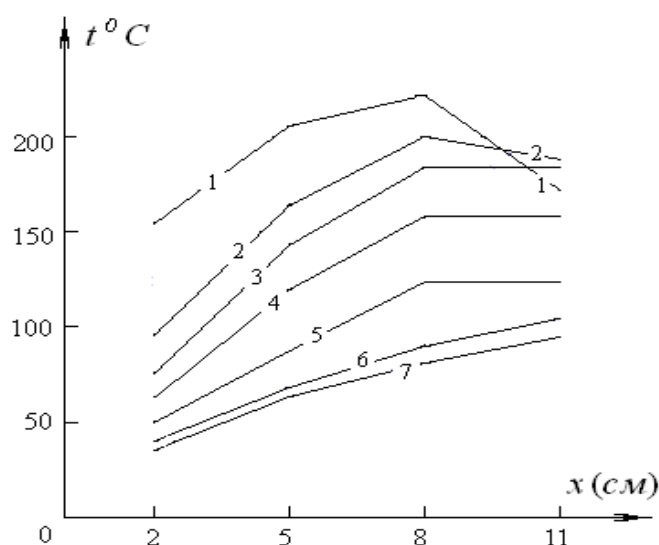
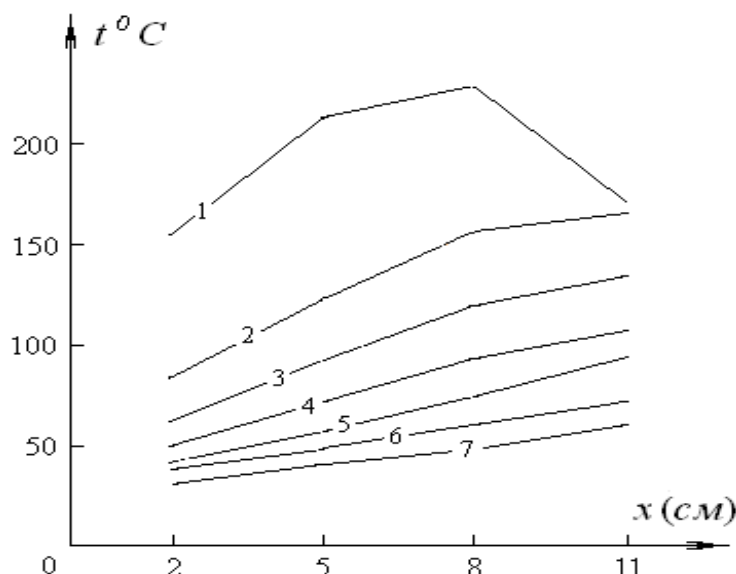


Рис. 2. Зависимость температуры хемосорбента от координаты:  
1 – 8 мин; 2 – 15 мин; 3 – 23 мин; 4 – 31 мин; 5 – 39 мин; 6 – 55 мин; 7 – 58 мин.

По мере послойной отработки поглотительного ресурса, кислородсодержащего продукта процесс экзотермической хемосорбции смещается вглубь регенеративного патрона. При этом температура лобовых слоев начинает снижаться, а замыкающих расти, но медленнее, чем это было в лобовых слоях. Причина в частичной регенерации воздуха в предыдущих слоях и частичной отработке замыкающих слоев в начале работы аппарата. И то и другое снижает скорость хемосорбции в замыкающих слоях, а значит и выделение в них экзотермического тепла. Измерения были завершены на 58 минуте опыта в момент появления критического проскока  $\text{CO}_2$  (1,5%) через регенеративный патрон.

При проведении сопоставительных испытаний (рисунок 3) реверс (по итогам численных экспериментов) был [2] осуществлен через 8 минут после начала опыта.



**Рис. 3. Зависимость температуры регенеративного патрона от координаты при наличии реверса воздушного потока:**

1 – 8 мин (момент реверса); 2 – 15 мин; 3 – 23 мин; 4 – 31 мин; 5 – 39 мин; 6 – 55 мин; 7 – 63 мин.

В результате перераспределения источников экзотермического тепла на 15 минуте работы максимум температуры в регенеративном патроне снизился на 20% (кривые 2 на рисунках 2 и 3). Причина в расширении работающего слоя сорбента и включении в теплосъем практически всей поверхности регенеративного патрона. В дальнейшем обусловленный реверсом эффект снижения максимальной температуры только нарастает (кривые 3 – 6), достигая на 55 минуте 30 %. В частности, в момент критического проскока  $\text{CO}_2$  (кривые 7) в шланг вдоха поступает менее горячий воздух ( $60^\circ\text{C}$  вместо  $90^\circ\text{C}$ ), что обеспечивает более комфортные условия дыхания.

Вывод: срок защитного действия дыхательного аппарата (без изменения количества химически связанного кислорода) увеличился на 8,6% ( $63/58 = 1,086$ ). Численный эксперимент этого не предсказывал, т.к. не учитывал влияние экзотермического тепла на структуру пористых гранул хемосорбента ( $\beta = \text{const}$ ). Т.е. причина увеличения времени защитного действия противогаса – предотвращение спекания гранул в результате смягчения температурного режима регенеративного патрона.

## Список источников

1. Патент 24003 Беларусь, кл. А 62 В. Регенеративный дыхательный аппарат / С.Г. Ехилевский, Е.П. Потапенко Оpub. 30.04.2023. Бюл. № 2.
2. Ехилевский, С.Г. Повышение использования защитного ресурса изолирующего противогаса в результате реверса потока регенерируемого воздуха / С.Г. Ехилевский, О.В. Голубева, Е.П. Потапенко // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2024 г. – №1(55), с. 84-91