

# ДЫХАТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

RESPIRATORY VALVES: MODERN TRENDS

**П.А. ПЬЯНЫХ**  
**М.В. ИВАНОВ**

Директор по развитию Самарского завода НРО  
Директор СЗНРО-проект

Самара  
m@sznro.ru

**V.A. RYANIKH**  
**M.V. IVANOV**

Samara Plant of Oil and Tank Equipment LLC Director for Development  
SZNRO-Project LLC Director

Samara

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

клапаны НДКМ, КДС-3, КДС-4, дыхательные клапаны

Важной задачей при эксплуатации резервуарных парков является сохранение качества и количества хранимого в них продукта. Важным инструментом в вопросе предотвращения потерь нефтепродуктов является применение дыхательных клапанов, предназначенных для герметизации газового пространства резервуаров с нефтью и нефтепродуктами и поддержания давления в этом пространстве в заданных пределах, для уменьшения потерь хранимого продукта вместе с испарениями, а также для защиты от проникновения пламени в резервуар.

The important task in the operation of tank farms is the preservation of the quality and the quantity stored in them the product. An important instrument in the matter of prevention of losses of petroleum products is the use of respiratory valves, designed for hermetic sealing of gas space of tanks with oil and oil products and to maintain pressure in this space in the set limits, to reduce the losses of the product stored together with the fumes, and also for protection from penetration of flame into the tank.

## Тенденции развития

Дыхательные клапаны предназначены для герметизации газового пространства резервуаров с нефтью и нефтепродуктами и поддержания давления в этом пространстве в заданных пределах, а также для защиты от проникновения пламени в резервуар.

Применение дыхательных клапанов на резервуарах с нефтепродуктами является одним из способов, направленных на сохранение полезных свойств хранимых светлых нефтепродуктов, снижение загрязнения атмосферы. Этот способ является менее эффективным по сравнению с применением понтонов, однако, он более привлекательный с точки зрения экономии капиталовложений, их срока окупаемости, а также минимальным временем, затрачиваемым на монтаж.

Дыхательные клапаны как класс резервуарного оборудования появились в 60-х годах прошлого века. Старинные клапаны (НДКМ, КПГ, КДС-2 и проч. – рис. 1) требуют регулярного осмотра, имеют склонность к

примерзанию затворов, требуют контроля и долива жидкости (КГ, КПГ и проч.) нуждаются в частом и трудоемком обслуживании.

Клапаны НДКМ имеют ряд недостатков по сравнению с современными клапанами типа КДС. Газовоздушный поток у НДКМ направлен вертикально вниз, что затрудняет теплоотвод от огневого преградителя при стабилизации горения на огнепреграждающем элементе. Это приводит к быстрой потере огнестойкости предохранителя и прорыву пламени в резервуар. Клапаны НДКМ требуют периодического осмотра и контроля целостности цепочки, на которую подвешена тарелка. При таком осмотре пространство резервуара не отделено от атмосферы, что также может привести к пожару, а обслуживающему персоналу придется находиться непосредственно над парами газозвушной смеси над продуктом. Большая часть поверхностей клапана НДКМ расположена горизонтально и существует большая вероятность намерзания инея на данные поверхности в зимнее время. Толщина замерзшего конденсата может достигать 50 мм, что

влияет на перемещение тарелки, а значит и на нормальную работу клапана.

Клапаны с гидравлическим затвором (КПС, КПГ) также уходят в прошлое, в виду ряда недостатков: их масса в 2-2,5 раза превышает массу современных предохранительных клапанов с аналогичными характеристиками, требуют постоянного контроля уровня жидкости и его долива.

Современные клапаны имеют встроены съемный огнепреградитель, что позволяет снизить затраты на обслуживание, особенно в зимнее время в районах с холодным климатом. Вместо корпусов, получаемых литьем, современные клапаны имеют штампованные корпуса, что позволяет снизить массу всего клапана в 2-2,5 раза и снизить себестоимость. Такие клапаны требуют меньших затрат на транспортировку и монтаж. Кассеты огневых предохранителей изготавливают из алюминия для интенсификации теплоотдачи газового потока из резервуара и повышения температуры его воспламенения.

Сейчас на ряду с наиболее востребованным модернизированным КДС-3 ►



Рис. 1. Старинные клапаны



Рис. 2. КДС-3



Рис. 3. КДС-4

(рис. 2) вышел в серию клапан четвертого поколения КДС-4 «ЭКО» (рис. 3). За счет снижения количества подвижных элементов, применения современных и более дорогих материалов, высокой культуры исполнения гарантийный срок увеличен до 36 месяцев и нормативный срок эксплуатации 25 лет. (По сравнению с КПГ (нормативный срок эксплуатации 10 лет) превышен в 2,5 раза.)

#### Современные клапаны требуют минимального обслуживания, при этом:

- не требуется специальный инструмент (соединения на защелках и барашковых гайках);
- время, когда резервуар остается открытым, минимально;
- для осмотра всех затворов клапана не нужно демонтировать погодные кожухи.

Вкупе все вышеперечисленное повышает безопасность работ с клапаном и снижает время простоя резервуара на осмотр и обслуживание резервуарного оборудования (сокращается в 5 раз).

Клапаны 3-го и 4-го поколения адаптированы для подключения системы обогрева, датчиков давления и температуры.

Точность срабатывания клапана увеличена, что позволяет снизить потери продукта от испарения. Все это сокращает срок окупаемости клапанов.

Современной тенденцией в производстве клапанов является и появление аварийных клапанов (АК «Маяк»). Такие клапаны позволяют «спасти» резервуар в критических ситуациях: при детонации внутри резервуара, кипении продукта в резервуаре или пожаре на близко расположенных резервуарах. Установка аварийного клапана решает вопрос интенсификации откачки эмульгированного нефтепродукта из резервуара при выходе из строя дыхательных клапанов (клапан АКС).

Традиционно аварийные клапаны работают только на сброс избыточного давления в резервуаре. Клапан АК-500 «Маяк» – единственный на сегодняшний день на рынке клапан двунаправленного действия, работающий также и на вакуум, т. е. на впуск дополнительного объема воздуха в резервуар.

#### При проектировании Как посчитать?

При проектировании дыхательного



Рис. 4. Диск-отражатель ДО

оборудования (дыхательных и предохранительных клапанов) необходимо выполнить расчет минимальной пропускной способности дыхательных и предохранительных клапанов в зависимости от максимальной производительности приемораздаточных операций (включая аварийные условия) по следующим формулам:

$$Q = 2,71 M1 + 0,026 \times V;$$

пропускная способность клапана по вакууму, м<sup>3</sup>/ч.

$$Q = M2 + 0,22 \times V;$$

где M1 – производительность залива продукта в резервуар, м<sup>3</sup>/ч;

M2 – производительность слива продукта из резервуара, м<sup>3</sup>/ч;

V – полный объем резервуара, включая объем газового пространства под стационарной крышей, м<sup>3</sup>.

В данной методике свойства продукта учтены в коэффициенте 2,71 (см. формулу 1), однако этого может быть недостаточно. При закачке в резервуар продуктов с высокой (выше 60°C) температурой, недегазированной нефти, продуктов с высоким давлением насыщенных паров рекомендуем перепроверить максимальный расход паро-воздушной смеси по методике, описанной в [8], учитывающей все свойства и характеристики закачиваемого продукта и резервуара.

Клапаны необходимо выбирать по большей пропускной способности, полученной в расчетах.

#### Как выбрать патрубок?

В каталогах производителей резервуарного оборудования указывается производительность клапанов в зависимости от условного диаметра патрубка. При этом реальная пропускная способность ограничивается конструкцией клапана, от диаметра патрубка же зависит только скорость потока паровоздушной смеси в нем, которая не регламентируется и не ограничивается в ПБ и ГОСТ.

Однако, установка клапанов на патрубки небольшого диаметра (до 350 мм) нежелательна. Клапан типа КДС2 имеет немалую высоту (до 1700 мм вместе с патрубком), большую парусность и высокий центр тяжести, что в совокупности способно оказывать большие нагрузки на патрубок монтажный при сильном ветре и, со временем, даже повредить крышу.

Поэтому СЗНРО рекомендует Вам устанавливать клапаны на патрубки условного диаметра не менее 350 для КДС3-1500 и не менее 500 для КДС3-3000.

#### Не забыть предусмотреть растяжки

В связи с высокой нагрузкой, оказываемой клапаном через патрубок монтажный на крышу резервуара при сильном ветре, производители клапанов рекомендуют

дополнительно фиксировать клапаны растяжками, закрепляемыми на крыше резервуара и транспортировочных проушинах сверху клапана.

#### Диск отражатель

Диски-отражатели (рис. 4 – ДО) применяются для снижения потерь от испарения нефти и нефтепродуктов в резервуаре и сокращения загрязнений окружающей среды. Диск-отражатель используется в комплекте с дыхательными клапанами и сокращает выбросы паров товарного продукта в среднем на 2-4%.

Входящий и исходящий вертикальные воздушные потоки благодаря «зонтику» диска-отражателя переводятся в горизонтальную плоскость в верхней части воздушного пространства резервуара. Таким образом, в дыхании резервуара участвует только верхний слой воздуха с минимальным содержанием паров товарного продукта.

Использование ДО рекомендовано ПБ03-605-03, пункт 8.2.4.

#### Итоги

На резервуарах, не оборудованных понтонами, должны быть установлены дыхательные клапаны КДС3 [1].

Расчет производительности клапанов производится по ПБ 03-605-03 исходя из максимальной производительности закачки/выкачки продукта и объема резервуара.

Дыхательные клапаны должны быть дублированы предохранительными клапанами с той же производительностью, настроенными на давление срабатывания, на 5-10% большее, чем давление срабатывание дыхательных клапанов.

Рекомендуется оснащать клапаны дыхательные дисками отражателями ДО [1].

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ПБ 03-605-03 Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.
2. ГОСТ Р 52910-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия
3. ПБ 03-381-00 Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов
4. ГОСТ 1510-84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение
5. СНиП 2.11.03-93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы
6. ГОСТ 2517-85 Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб
7. ПБ 09-560-03. Правила промышленной безопасности нефтебаз и складов нефтепродуктов
8. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. Учебное пособие для ВУЗов. - Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002. - 658 с.