

УДК 678.43;62 [075.8]

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА РАЗГЕРМЕТИЗАЦИИ КОНЦЕВОЙ АРМАТУРЫ РУКАВОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Л.Н. Юрцев, профессор, А.В. Куракин, аспирант
кафедра Химии и технологии переработки эластомеров им. Ф.Ф. Кошелева
МИТХТ им. М.В. Ломоносова
e-mail: htpe@mitht.ru

Установлена взаимосвязь между давлением разгерметизации концевой арматуры рукавов высокого давления в местах расположения на них специально высверленных дренажных отверстий, временем теплового старения рукавов и сроком их эксплуатации.

Ключевые слова: рукава высокого давления, герметизация, резинотехнические изделия, расчет и конструирование.

Современная техника в большой степени насыщена резинотехническими изделиями. Это, прежде всего, подвижные и неподвижные уплотнения агрегатов различных систем, рукава, заделанные в наконечники (концевую арматуру), мембраны, шины и т.д.

Анализ эксплуатации техники показал, что наиболее частыми случаями отказов резиновых технических изделий являются случаи, связанные либо с разрушением материала, либо с изменением его физико-механических и других характеристик (в частности, последнее особенно характерно для рукавов с заделкой концов в арматуру).

Надежность рукавов высокого давления определяется, в основном, их разгерметизацией в концевой металлической арматуре по причине изменения свойств резины в процессе эксплуатации.

В настоящее время отсутствуют прямые методы измерения величины контактного

давления на границе резина внутреннего слоя – металл ниппеля в концевой арматуре рукава. Поэтому был предложен метод оценки работоспособности концевой арматуры рукава, основанный на сверлении в муфтах арматуры дренажных отверстий и определения давления, необходимого для выхода испытательной жидкости через эти отверстия (рис. 1).

Расстояния от края ниппеля (рис. 1), которое рабочая жидкость при определенном давлении пройдет по поверхности ниппеля, будет определяться величиной контактного давления на границе резина внутреннего слоя – поверхность ниппеля. Просверлив отверстия в стенках муфты концевой арматуры и рукава на глубину до наружной поверхности ниппеля, можно определить положение границы жидкости при определенном давлении и, таким образом, оценить характер изменения величины контактного давления по длине хвостовика ниппеля.

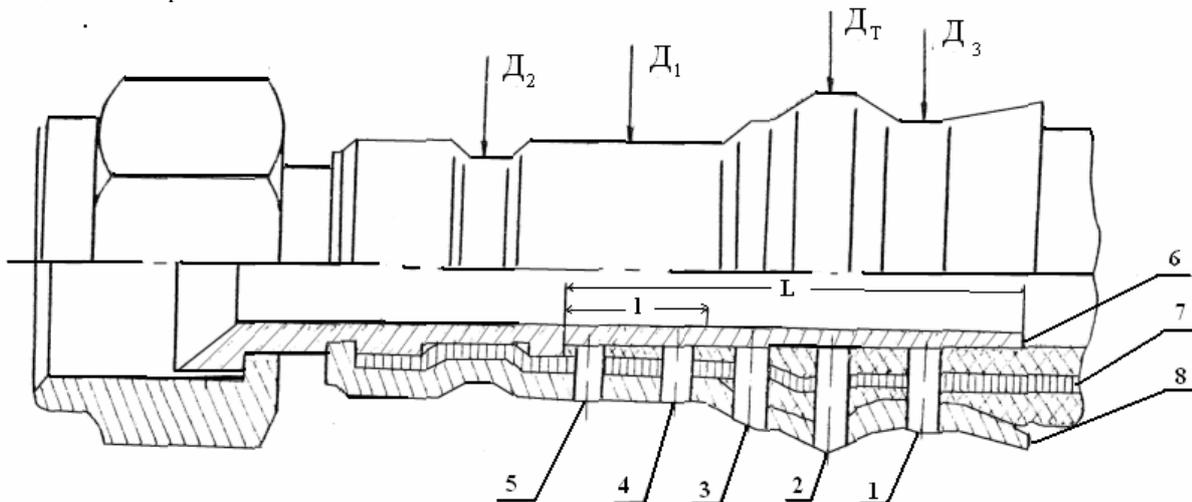


Рис. 1. Заделка рукава в концевую арматуру с расположением дренажных отверстий, высверленных в стенках муфты и рукава.

1, 2, 3, 4 и 5 – дренажные отверстия; 6 – хвостовик ниппеля; 7 – стенка рукава; 8 – муфта арматуры; D_1, D_2 и D_3 – диаметры поясов обжатия муфты арматуры; D_t – диаметр технологического выступа; L – длина обжатой части резины внутреннего слоя рукава; l – длина пояса обжатия D_1 .

Отверстия располагаются таким образом, что они охватывают пояса обжатия D_1 , D_3 , а также технологический выступ D_T . Кроме того, метод сверления дренажных отверстий позволяет оценивать продвижение фронта жидкости по всему периметру наружной поверхности хвостовика ниппеля концевой арматуры рукава.

Исследование процесса разгерметизации концевой арматуры проводилось на рукавах высокого давления с заделкой по нормам АН-

2050 в муфтах в которых были сделаны дренажные отверстия.

Расположение дренажных отверстий позволило оценить изменение давления разгерметизации поверхности уплотнения резина – металл по всей длине (L) хвостовика ниппеля, на который проходит обжатие резины внутреннего слоя рукава. На рис. 2 представлено изменение давления разгерметизации по длине заделки концевой арматуры рукава.

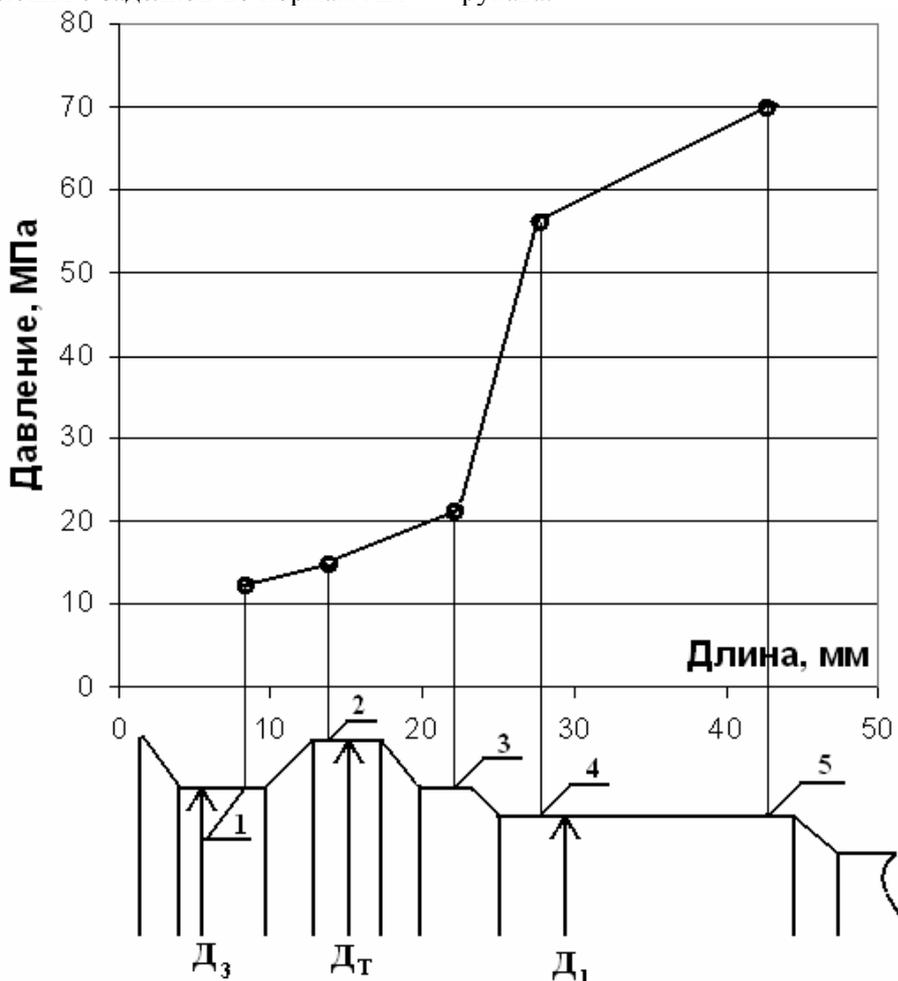


Рис. 2. Зависимость давления разгерметизации концевой арматуры в местах расположения дренажных отверстий по длине арматуры рукава: 1, 2, 3, 4, 5 – оси дренажных отверстий; D_1 , D_2 , D_T – диаметры поясов обжатия.

Как видно из рис. 2, по мере удаления от торца муфты арматуры давление разгерметизации заделки по длине поверхности контакта (L) резины внутреннего слоя – металл ниппеля возрастает. Резкое увеличение давления разгерметизации заделки в месте расположения дренажных отверстий №3 и №4 (при переходе от технологического выступа к поясу обжатия D_1) можно объяснить тем, что на длине пояса D_1 сжатия резины имеет максимальное значение ($\epsilon=40-50\%$). Следовательно, работоспособность заделки арматуры рукава будет определяться только длиной

(1) пояса обжатия (D_1).

Метод дренажных отверстий был использован для оценки продвижения фронта жидкости по длине контакта резина – металл концевой арматуры рукава в процессе их ускоренного теплового старения и эксплуатации в реальных условиях (рис. 3 и рис. 4).

Как видно из рис. 3 при ускоренном тепловом старении рукавов в воздушном термостате ($T=+100\text{ }^\circ\text{C}$) происходит падение давления разгерметизации заделки в местах расположения дренажных отверстий по всей длине арматуры.

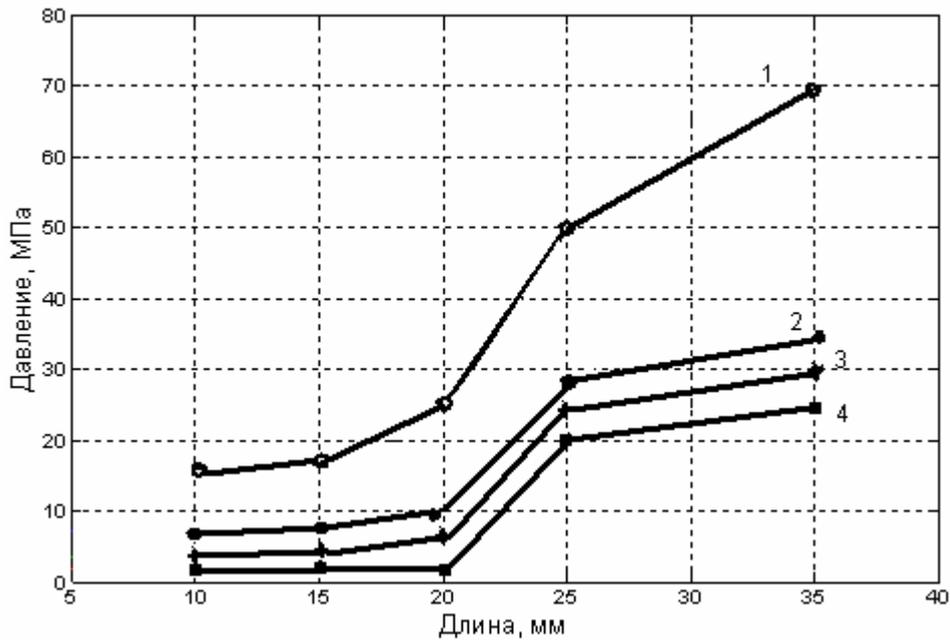


Рис. 3. Зависимость давления разгерметизации концевой арматуры в месте расположения дренажных отверстий по длине (L) арматуры (1) и после ускоренного теплового старения (2) – в течение 100 часов; (3) – в течение 200 часов; (4) – в течение 300 часов при T = +100 °С

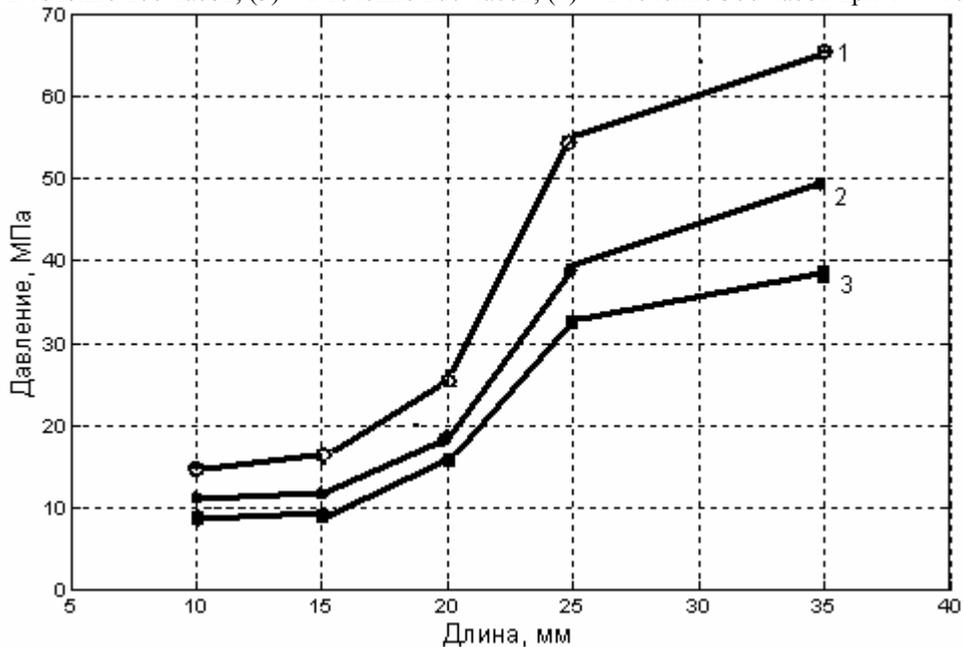


Рис. 4. Зависимость давления разгерметизации концевой арматуры в месте расположения дренажных отверстий по длине арматуры (1) и после различных сроков службы: (2) – в течение 4 лет; (3) – в течение 8 лет.

Аналогичная картина падения давления разгерметизации (рис. 4) наблюдается и у рукавов в условиях эксплуатации.

Представляло интерес определить зависимость между отношением $\lg \frac{P_{\tau}}{P_0}$ (где

P_0 – давление разгерметизации заделки в месте расположения дренажного отверстия рукава и P_{τ} – давление разгерметизации после определенного времени ускоренного теплового старения или эксплуатации рукавов)

временем до разгерметизации (τ) и коэффициентом K_p , характеризующим скорость падения разгерметизации дренажных отверстий в процессе эксплуатации или ускоренного теплового старения рис. 5.

На рис.5 представлена зависимость $\lg \frac{P_{\tau}}{P_0}$ от времени старения (τ) рукавов при ускоренном тепловом старении и в эксплуатации, полученная для случая разгерметизации концевой арматуры в месте расположения пятого дренажного отверстия.

Из рис. 5 можно найти линейную зависимость $\lg \frac{p_\tau}{p_0} = K_p \tau$. Значение коэффициента K_p определяется тангенсом угла наклона прямой к оси абсцисс и для случая ускоренного теплового старения (рис. 5) будет равно:

$$K_p = (1/\tau) \cdot \lg \frac{p_\tau}{p_0} \text{ (час}^{-1}\text{)} = 4.5 \cdot 10^{-2} \text{ (сутки}^{-1}\text{)},$$

что достаточно близко к ранее найденным значениям коэффициента, характеризующим скорость изменения напряжения в обжатой резине в процессе ускоренного теплового старения при температуре +100 °С.

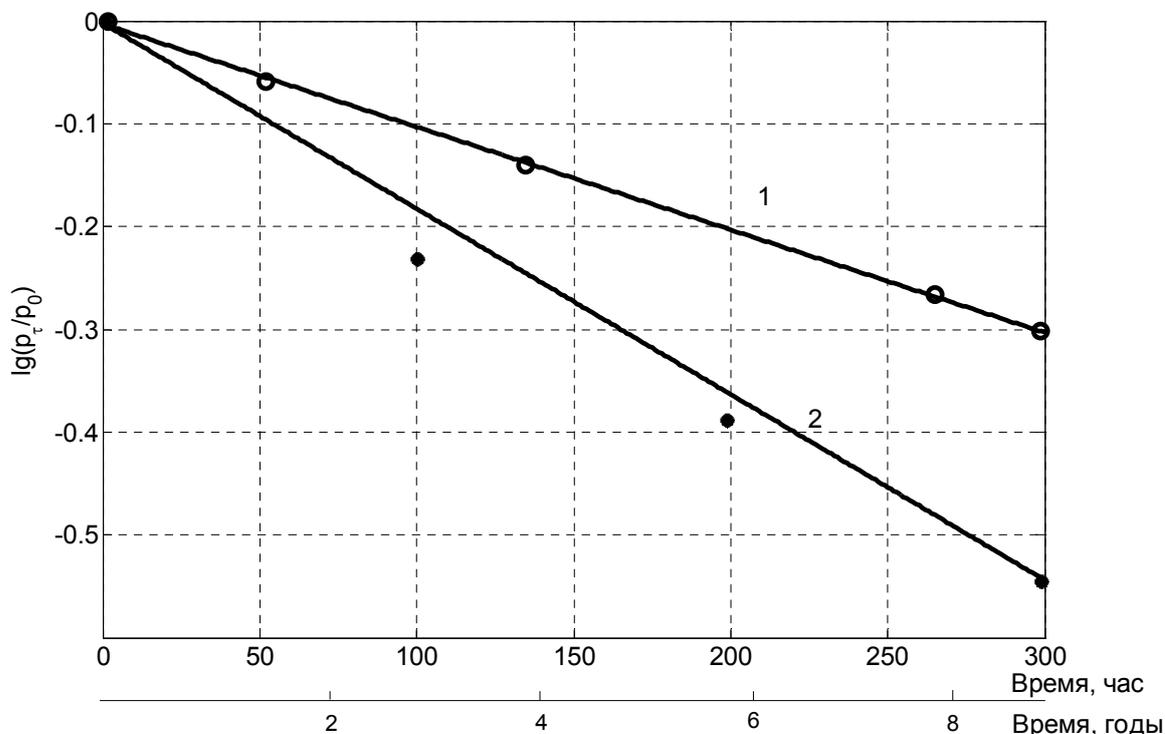


Рис. 5. Зависимость $\lg \frac{p_\tau}{p_0}$ от времени (τ) для случая разгерметизации концевой арматуры в месте расположения дренажного отверстия №5.

Для случая старения шлангов в процессе длительной эксплуатации (8 лет) (с учетом того, что наработка рукава за этот период составляет $\tau=1200$ ч) значение коэффициента будет равно $K_p=0.25/50=5 \cdot 10^{-3}$ (сутки⁻¹). Это значение коэффициента характеризующего скорость изменения напряжения в обжатой резине, соответствует температуре старения $T \approx +60$ °С.

Таким образом, падение давления разгерметизации в концевой арматуре рукавов в местах расположения дренажных отверстий как при ускоренном тепловом старении рукавов, так и после их эксплуатации определяется падением контактного давления

на границе внутренний резиновый слой – ниппель арматуры рукава.

Полученные закономерности могут быть использованы для количественной оценки работоспособности рукавов после различных сроков эксплуатации. В этом случае за основу берутся экспериментальные данные разгерметизации заделки в месте расположения дренажного отверстия №5 и определяется изменение давления в зависимости от сроков службы рукавов.

Данные по срокам эксплуатации рукавов высокого давления были представлены к.т.н. Подобой М.К.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лепетов, В. А. Расчет и конструирование резиновых изделий и технологической оснастки / В. А. Лепетов, Л. Н. Юрцев. – М. : ИСТЕК, 2006. – 420 с.