

Исследование прочности пластмассовых деталей нефтепромыслового оборудования из термореактивных пластмасс

Н.А. Гасанова, д.ф.т.н.

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

e-mail: gunaycabirqizi@gmail.com

Ключевые слова: термореактивные материалы, прочность, фенольные пласти, критерий прочности, пресс-материалы.

Termoreaktiv plastik kütlədən olan neft-mədən avadanlıqların hissələrinin möhkəmliyinin tədqiqi

N.A. Həsənova, t.ü.f.d.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: termoreaktiv plastik kütlə, möhkəmlik, fenoplast, möhkəmlik meydan, press-materyallar.

Məqalədə termoreaktiv plastik kütlədən olan neft avadanlıqlarının hissələrinin möhkəmliyinə baxılmışdır. Plastik hissələrin keyfiyyəti bir sıra istismar xassələri ilə xarakterizə olunur. İstismar şəraitindən asılı olaraq neft-mədən avadanlıqların vaxtından əvvəl dəyişikliklərə və dağılmaya məruz qalır.

Durability study of plastic details of oil-field equipment made from thermo-active plastic

N.A. Hasanova, Ph.D. in Tech.Sc.
Azerbaijan State University of Oil and Industry

Keywords: thermo-active materials, durability, phenolic layers, durability criterion, press-materials.

The paper reviews the durability of details of oil-field equipment made from thermo-active plastic. The quality of plastic details is characterized by several operation properties. Considering climatic conditions of oil-field equipment operation, a danger of premature failure or change of material properties appears.

Известно, что качество пластмассовых деталей характеризуется в основном такими эксплуатационными свойствами как высокая прочность, малая шероховатость поверхности, износостойкость, хорошее сопротивление воздействию агрессивных сред, наконец, высокая технологичность, которые делают полимеры незаменимыми для использования их в разнообразных машиностроительных конструкциях.

Механика полимеров наряду с изучением общих свойств пластмасс должна отвечать на

вопросы, возникающие в связи с их промышленным применением, т.е. требуется обширное исследование прочности конструкционных пластмасс и характера их изменений в связи с протеканием усадочной деформации, являющимся основным физико-механическим показателем, как при формовании, так и при длительной эксплуатации в узлах машин и оборудования.

Как известно из работы [1], в ряду теорий прочности ясным физическим смыслом обладают лишь классические, причем, каждая из них учитывает только один какой-либо фактор, характеризующий напряженное состояние, максимальные напряжение и деформацию, удельную потенциальную энергию и т.д. Физический смысл классических теорий прочности сводится к тому, что эти величины ограничиваются некоторыми предельными значениями, постоянными для каждого конкретного материала.

Исходя из этого, можно считать, что основной задачей феноменологических теорий прочности является сжатие возможно более полного соответствия между критерием прочности и данными испытания материалов, причем физический смысл таких теорий может иметь весьма общий характер, заключающийся в том, что теория только указывает на те факторы, которые влияют на прочность.

На основании вышеизложенного можно сформулировать требования, которым должна удовлетворять феноменологическая теория прочности и соответствующий ей критерий прочности [2]:

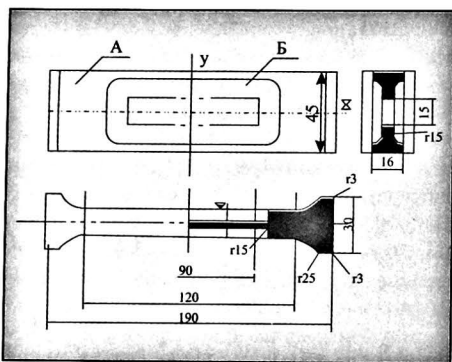
– теория должна давать результаты близкие

к опытным данным, полученным во время испытания материалов при разных видах напряженного состояния;

– теория должна иметь общий физический смысл, т.е. указывать какие факторы, характеризующие напряженное состояние, влияют на прочность;

– критерий прочности должен быть симметричным относительно трех главных напряжений $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, а соответствующая ему предельная поверхность должна быть гладкой.

В соответствии с поставленной задачей для испытания жестких пластмасс при плоском напряженном состоянии был спроектирован специальный образец плоской формы (рисунок). На этом образце разрушаемым элементом является расположенная в центральной его части прямоугольная стенка А, толщина которой составляет 4 мм, в плоскости напряжения её длина равна 90 мм, а высота – 15 мм.



Опытная деталь для проверки на сжатие

Воспринимающими элементами образца при нагружении его по оси x являются головки, форма которых выполнена также, как и у образцов Б для испытания пластмасс на сжатие.

При изготовлении образцов использовался пресс с усилием в 63 т. Благодаря плоской форме образца, его изготовление из пресс-материалов не вызвало никаких затруднений и не потребовало больших затрат времени. После зачистки облоя, имевшего место на торцах головок, образец мог быть сразу использован для испытаний без какой-либо дополнительной механической обработки.

Основные показатели технологического процесса: температура прессования – для 03-010-02, Э2-338-02 – 170-190 °С, выдержка при прессовании – 6 мин., удельное давление – 38 МПа.

По результатам исследований ряда авто-

ров нами были предварительно выявлены основные особенности физического состояния и характера разрушения термореактивных пластмасс и, в частности фенопластов, при комнатной температуре.

Фенольные пластики, как и другие реактопласты, имеют шитую пространственную структуру, благодаря чему они при комнатной температуре находятся в хрупком состоянии. Исходя из прямолинейного характера диаграммы «напряжение-деформация» для фенопластов, делают вывод о применимости к ним, вплоть до разрушения, закона Гука.

Ввиду справедливости для фенопластов закона Гука, к ним применимы все положения теории упругости, из которых нами используется в работе принцип сложения действия сил [3]. Известно, что все феноменологические теории прочности представляют собой, по сути дела, некоторые гипотезы о преимущественном влиянии тех или иных факторов на прочность материала.

Надо отметить, что в основе теории прочности лежат два предположения. Первое из них касается количества и физического смысла тех факторов, которые, по нашему мнению, оказывают решающее влияние на прочность материала, а второе – характера функциональной связи между этими факторами в выражении для критерия прочности.

Классические теории прочности учитывают по одному какому-либо фактору, вследствие чего они оказались непригодными для описания прочности различных материалов при всевозможных видах напряженного состояния. Одна из наиболее развитых теорий точности – теория Ю.И. Ягна учитывает три фактора, благодаря чему она дает значительно лучшее приближение к опыту. Однако для достижения полного соответствия между теоретическими и опытными значениями предельных напряжений в случае жестких пластмасс этого оказывается недостаточно.

Первое предположение заключается в том, что на прочность материала решающее влияние оказывают пять факторов, характеризующих напряженное состояние материала в опасной точке. Учитываемые нами факторы имеют вид

$$T_1 = \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3), \quad (1)$$

$$T_2 = \frac{1}{2E}(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2), \quad (2)$$

$$T_3 = \mu \frac{1}{E}(\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_3\sigma_1), \quad (3)$$

$$T_4 = \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2}, \quad (4)$$

$$T_5 = \frac{1}{3}\sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}. \quad (5)$$

Введенные в рассмотрение факторы можно разделить на две группы: дающие общую характеристику напряженного состояния материала и характеризующие его энергетическое состояние.

Наиболее общее представление о различных напряженных состояниях можно получить по величине среднего значения нормальных напряжений T_1 .

Известно, что эта величина представляет собой компонент шарового тензора напряжений, характеризующего всестороннее равномерное сжатие или сжатие в материале при данном напряженном состоянии. В зависимости от знака и величины фактора T_1 напряженное состояние может иметь различную степень опасности. На основании опытов по гидростатическому сжатию считают, что наложение на данное напряженное состояние равномерного сжатия не изменяет прочности материала.

Однако по одной величине T_1 трудно судить о том, насколько нагружен материал в исследуемой точке. Действительно, может оказаться,

что $T_1=0$, тогда как главные напряжения отличны от нуля. Поэтому вводим величину T_4 , которая представляет собой среднеквадратичное отклонение данного напряженного состояния от нулевого. Очевидно, чем больше T_4 , тем более нагружен материал, тем опаснее напряженное состояние.

Любой хрупкий материал может при определенных условиях переходить в пластичное состояние, поэтому в критерий прочности необходимо ввести фактор, который бы отражал возможность наступления пластического состояния, определяющегося величиной минимального, среднеквадратичного отклонения данного напряженного состояния от равновесного, ближайшего к исследуемому. Эта величина равная T_5 вводится в критерий прочности для жестких пластмасс в качестве третьей величины, дающей вместе с величинами T_1 и T_4 общую характеристику напряженного состояния материала.

На основании результатов предложен экспериментально-теоретический метод определения основных критериев качества (усадочной деформации и других показателей качества – прочность, твердость, шероховатость поверхности) пластмассовых деталей. Разработанная методика при конструировании деталей из пластмасс позволяет оценить ожидаемый ресурс деталей с учетом условий их эксплуатации.

Список литературы

1. Керимов Д.А. Исследование точности изготовления деталей машин из термореактивных пластмасс при прессовании в вакууме: дис. канд. техн. наук. – Баку: АЗИНЕФТЕХИМ им. М.Азизбекова, 1971, 170 с.
2. Керимов Д.А., Курбанова С.К. Основы конструирования пластмассовых деталей и пресс-форм. – Баку: Элм, 1997, 504 с.
3. Гасанова Н.А. Определение механических показателей пластмассовых деталей нефтепромыслового оборудования // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса, 2014, № 2, с. 55-57.