

Исследование влияния температуры литья на усадку и прочность пластмассовых деталей нефтепромыслового оборудования

Дж.А. Керимов, д.т.н.

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Ключевые слова: температура цилиндра, показатели качества, усадка, точность, режимные параметры.

e-mail: gunaycabirqizi@gmail.com

Neft-mədən avadanlıqlarında plastik kütlədən olan detalların yığışma deformasiyası və dəqiqliyinin tökmə temperaturundan asılılığının öyrənilməsi

С.Ə. Кəримов, т.ə.д.

Азərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: silindrin temperaturu, keyfiyyət göstəriciləri, yığışma, dəqiqlik, rejim parametrləri.

Neft-mədən avadanlıqlarında plastik kütlədən olan detalların yığışma deformasiyası və dəqiqliyinin öyrənilməsinə baxılır. Bununla yanaşı, rejimin geniş parametr diapazonunda, neft-qaz sənayesinin kəşfiyyat, qazma və istismar avadanlıqlarında detalların keyfiyyət indekslərinin mümkün sərhədləri öyrənilmişdir. Detaiların keyfiyyət göstəriciləri (yığışma, və sərtlik) və sıxılma temperaturu arasında göstərilmişdir.

Известно, что повышение температуры литья ведет к увеличению релаксационных процессов при остывании материала в форме, способствует увеличению усадки и её колебаний при изготовлении деталей из термoplastичных материалов [1, 2].

Выбор оптимальной температуры литья в каждом конкретном случае определяется в зависимости от характеристик перерабатываемого материала и конструкции деталей.

В связи с этим, нами исследовано влияние температуры литьевого цилиндра на величину усадки при изготовлении деталей из полиэтилена высокой плотности и ударопрочного полистирола марки УПМ-3Л. При этом температура литья варьировалась в широком интервале от 140 °С до 220 °С с шагом 10 °С. Остальные режимы: давление литья поддерживалось равным $p = 80$ МПа, время выдержки под давлением и без него поддерживалось постоянным и для деталей с толщиной $b = 5-10$ мм соответственно равнялось $\tau_d = 1.5$ мин, $\tau_\phi = 5$ мин.

Для каждого режима изготовления было получено 25 образцов. Детали после изготовления выдерживали в течение 48 ч в помещении при 20 °С и там же измерялись размеры с точностью до 0.01 мм.

На основе полученных средних арифметических величин данных построены кривые зависимости усадки от температуры переработки для всех исследуемых образцов из полиэтилена высокой плотности (рис. 1).

Investigation of influence of casting temperature on shrinkage and hardness of plastic details in oil field equipment

J.A. Kerimov, Dr. in Tech.Sc.

Azerbaijan State Oil and Industry University

Keywords: cylinder temperature, quality indexes, shrinkage, accuracy, mode parameters

The paper studies the influence of cylinder temperature and compression mould on the quality indexes (shrinkage, hardness) of plastic details in oil field equipment. Herewith, in a wide range of mode parameters, accessible borders of details' quality indexes in equipment structures of exploration, drilling and operation of oil and gas industry have been studied. Mathematical dependences between quality indexes (shrinkage and hardness) of details and compression temperature have been specified.

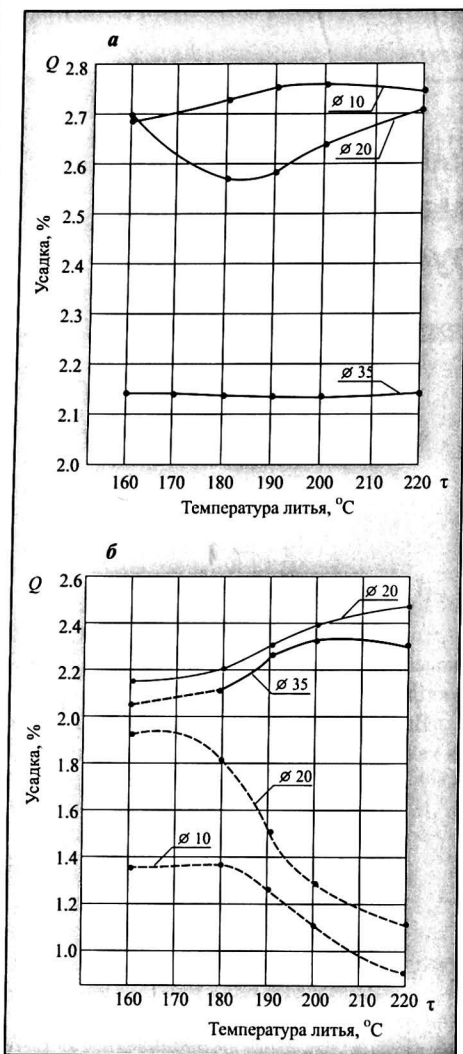


Рис. 1. Зависимость усадки от температуры литья для сплошных образцов (а) и образцов типа колец (б) из полиэтилена высокой плотности

На рис. 1, а даны кривые зависимости для наружных размеров сплошных образцов, а на рис. 1, б – для пустотелых образцов в виде колец (сплошными линиями для наружных размеров, пунктирными для внутренних).

Из кривых зависимостей усадки от температуры литья (рис. 1, а) видно, что с увеличением последней усадка размеров сплошных образцов сначала увеличивается, а потом почти стабилизируется. Особенно это заметно для образцов с диаметрами 10 и 20 мм.

При диаметре 35 мм усадка почти не меняется. Видимо, это связано с тем, что объем отливки с увеличением температуры расплава образцов в зависимости от толщины стенки меняется по-разному. С другой стороны, между усадками изделий в форме и объемом расплава при охлаждении наблюдается сложный физико-химический процесс, что способствует уменьшению объема изделия в форме и компенсируется подпиткой расплава при охлаждении. У образцов с диаметром 20 мм при номинальных температурах литья (160–180 °С) наблюдается тенденция к уменьшению усадки. На наш взгляд, это связано с тем, что выбранное давление литья и время выдержки под давлением в форме для данного объема образца литья является наилучшим режимом с точки зрения формуемости материала в форме и равномерного протекания процесса усадки.

Усадка образцов типа колец (рис. 1, б) с наружными размерами 20 и 35 мм имеет несколько большую величину, чем внутренние размеры этих образцов. По-видимому, это связано с тем, что с повышением температуры литья увеличивается скорость релаксации материала в форме, поэтому ориентация макромолекул полимера в образцах толщиной 5 и 7,5 мм уменьшается, что способствует некоторому увеличению размера в диаметральном направлении.

Интересная картина наблюдается при температуре литья больше 190 °С. В исследованных деталях в пределах температур 190–220 °С усадка наружных размеров сильно увеличивается, а внутренних, наоборот, уменьшается. Это связано с тем, что при больших температурах литья вязкость материала увеличивается, что способствует более нормальному остыванию. При охлаждении образцов в форме средняя температура материала по наружным и внутренним поверхностям отличается. Это способствует увеличению усадочной деформации по наружным диаметрам, так как давление расплава в момент охлаждения по этим же поверхностям почти равно нулю, а по внутренним диаметрам оно имеет определенную величину.

Помимо вышеизложенного, на изменение усадки с изменением температуры влияют еще два фактора. С одной стороны, повы-

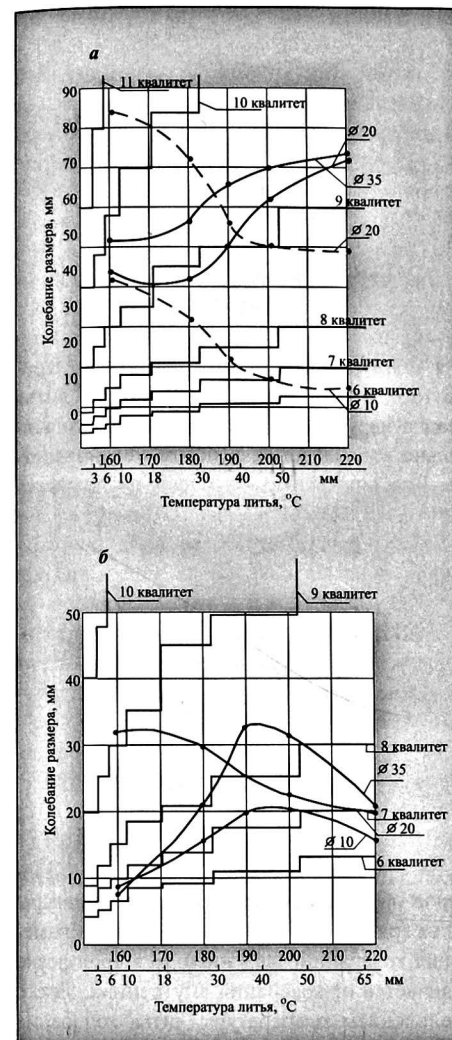


Рис. 2. Зависимость колебания размера от температуры литья для образцов типа колец (а) и сплошных образцов (б) из полиэтилена высокой плотности

шение температуры литья уменьшает ориентацию полимера в изделиях, тем самым уменьшая продольную и, увеличивая поперечную (диаметральную) усадку [3]. С другой стороны, этот фактор вызывает повышение коэффициента объемного термического расширения, что увеличивает усадку во всех направлениях.

Зависимости между температурой и пределами колебаний размеров сплошных и

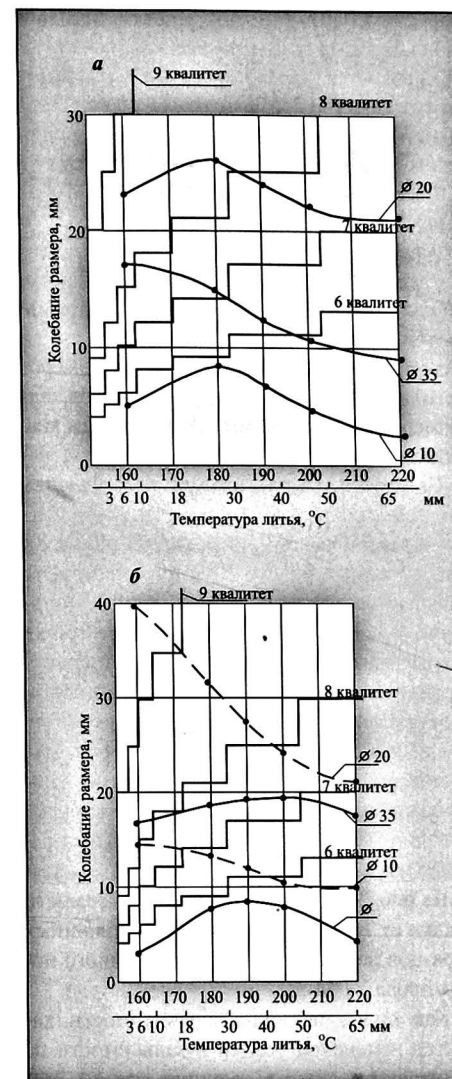


Рис. 3. Зависимость колебания размера от температуры литья для сплошных образцов (а) и образцов типа колец (б) из ударопрочного полипропилен

пустотелых образцов, представлены на рис. 2, из которого видно, что с увеличением температуры литья пределы колебания размеров сплошных образцов увеличиваются. Так, при режимах 160–190 °С они доходят до максимума, а затем уменьшаются при $t = 190–220$ °С (рис. 2, а). При этом колебания пределов размеров получаются в интервале квалитетов 8, 9 номеров. Пределы колебаний

наружных размеров пустотелых образцов типа колец при температуре $t = 160\text{--}190\text{ }^{\circ}\text{C}$ уменьшаются, что соответствует 7–9 номерам квалитетов для размеров от 20 до 50 мм, а при температуре $t = 190\text{--}220\text{ }^{\circ}\text{C}$ увеличиваются и полностью укладываются между 8 и 9 номерами квалитетов по ГОСТу 1170–66 (рис. 2, б).

Пределы колебаний внутренних размеров с увеличением температуры литья сперва уменьшаются, доходят до определенного минимума (при $t = 160\text{--}220\text{ }^{\circ}\text{C}$), а затем стабилизируются. Это соответствует для размеров от 10 до 18 мм – 7 номеру квалитетов, для размеров от 18 до 30 мм – 8, 9 номерам квалитетов.

Следует отметить, что при изготовлении деталей со сплошными сечениями минимальные пределы колебаний размеров образцов, изготовленных из исследуемого материала, получаются при более высокой температуре литья ($t = 190\text{--}220\text{ }^{\circ}\text{C}$). Этот предел температуры можно принять границей интервала варьирования размеров в многофакторном пространстве, т.е. с учетом одновременно влияния всех режимных параметров. Для пустотелых образцов номинальные пределы колебаний размеров достигаются при температуре $t = 180\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$, что подтверждает результаты работы [4].

На рис. 3 приведены кривые зависимости усадки от температуры литья для сплошных образцов и типа колец из ударопрочного полистирола УППМ-3Л.

Как видно из кривых зависимости характер изменения усадки в зависимости от температуры литья и толщины стенки, разный. Так, у образцов с диаметром $\delta = 10\text{ мм}$ усадка сперва уменьшается и при $t_{\text{ц}} = 170\text{--}190\text{ }^{\circ}\text{C}$ достигает минимального значения, а затем увеличивается. Для образца с диаметром $\delta = 35\text{ мм}$, наоборот, с увеличением $t_{\text{ц}}$ усадка сначала возрастает до максимума при $t_{\text{ц}} = 190\text{ }^{\circ}\text{C}$, а затем интенсивно уменьшается и достигает минимума при $t_{\text{ц}} = 220\text{ }^{\circ}\text{C}$. Усадка образцов размером $\phi 20\text{ мм}$ с повышением $t_{\text{ц}}$

увеличивается, а затем почти стабилизируется при $t_{\text{ц}} = 210\text{--}220\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Анализ этих кривых подтверждает, что конкретным размерам в зависимости от конструкции и размеров изделий соответствуют оптимальные режимы переработки. Например, для диаметра 10 мм $t_{\text{от}} = 180\text{--}190\text{ }^{\circ}\text{C}$, для $\phi 20\text{ мм}$ – $170\text{--}180\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для размера $\phi 35\text{ мм}$ – $210\text{--}220\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Как следует из рис. 3, б усадка наружных размеров больше, чем внутренних. Это совпадает с результатами, полученными для полиэтилена высокой плотности. Кроме того, с увеличением температуры литья усадка наружных размеров сперва незначительно уменьшается, а потом увеличивается. Для внутренних размеров наблюдается обратная закономерность. С увеличением $t_{\text{ц}}$ усадка уменьшается. Для наружных размеров минимальная усадка получена при $t_{\text{ц}} = 180\text{--}190\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для внутренних при $t_{\text{ц}} = 210\text{--}220\text{ }^{\circ}\text{C}$. Из рис. 3, а видно, что с повышением $t_{\text{ц}}$ колебания наружных размеров сплошных образцов увеличиваются до $t_{\text{ц}} = 160\text{--}190\text{ }^{\circ}\text{C}$, а затем уменьшаются при $t_{\text{ц}} = 190\text{--}220\text{ }^{\circ}\text{C}$. Пределы колебаний размеров укладываются в 6, 7 номерах квалитетов для размеров от 10 до 50 мм по ГОСТу 1170–66.

Из кривых зависимости колебаний размеров образцов типа колец от температуры литья (рис. 3, б) видно, что характер изменения колебаний наружных размеров резко отличается от колебаний внутренних. Так, с увеличением температуры литья колебание наружных размеров сперва увеличивается, достигает максимума при $t_{\text{ц}} = 190\text{ }^{\circ}\text{C}$, а затем уменьшается до определенного минимума при $t_{\text{ц}} = 220\text{ }^{\circ}\text{C}$. Колебания внутренних размеров с увеличением $t_{\text{ц}}$ уменьшаются, а затем почти стабилизируются при $t_{\text{ц}} = 220\text{ }^{\circ}\text{C}$. Пределы колебаний наружных размеров от 10 до 50 мм полностью укладываются между 6 и 7 номерами квалитетов по ГОСТу 1170–66, а внутренние размеры (10 и 20 мм) между 7–9 номерами квалитетов.

Список литературы

1. Керимов Д.А. Научные основы и практические методы оптимизации показателей качества пластмассовых деталей нефтепромыслового оборудования: автореф. дис. докт. техн. наук. – Баку, 1985, 24 с.
2. Брагинский В.А., Мирзоев Р.Г. Система допусков посадки деталей из пластмасс (обзор литературных данных) // Пластические массы в машиностроении и приборостроении. – М.: МДНП, 1965, 105 с.
3. Керимов Д.А., Курбанова С.К. Основы конструирования пластмассовых деталей и пресс-форм. – Баку: Элм, 1997, 504 с.
4. Гасанова Н.А. Влияние температуры на характер деформации пластмасс, работающих в нефтепромысловых оборудованьях // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2017, № 5, с. 17–20.

References

1. Kerimov D.A. Nauchnye osnovy i prakticheskie metody optimizatsii pokazateley kachestva plastmassovykh detalей neftepromyslovogo oborudovaniya: avtoref.dis.dok.tekh.nauk. –Baku, 1985, 24 p.
2. Braginskiy V.A., Mirzoev R.G. Sistema dopuskov posadki detalei iz plastmass. (obzor literaturnykh dannykh) // Plasticheskie massy v mashinostroenii i priborostroenii. – M.: MDNP, 1965, 105 p.
3. Kerimov D.A., Kurbanova S.K. Osnovy konstruirovaniya plastmassovykh detalей i press-form. – Baku: Elm, 1997, 504 p.
4. Gasanova N.A. Vliyanie temperatury na kharakter deformatsii plastmass, rabotaushchikh v neftepromyslovykh oborudovaniakh // Aktual'nye problemy gumanitarnykh i yestesvennykh nauk, 2017, No.5, pp. 17–20.