

Исследование влияния температуры литья на качество деталей из термопластичных материалов

Дж.А. Керимов, д.т.н.

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

e-mail: gunaycabirqizi@gmail.com

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

DOI.10.37474/0365-8554/2020-8-42-45

Termoplastik materiallardan olan detalların keyfiyyətinə təkmil temperaturanın təsirinə öyrənilməsi

C.Ə. Karimov, t.e.d.

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

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

Plastik kütüldən olan materiallar yüksək istismar göstəricilərinə malik olub, sadə emal metodları tətbiq etməklə müxtəlif konstruksiyalı detalların hazırlanmasında geniş istifadə olunur. Plastik kütüldən olan materiallar, kimyəvi mühitdə istiliyə və elektrik müəhəfəzisinə, daha davamlı olduqlarına görə, eləcə də kiçik xüsusi çəkiyə malik olması keyfiyyəti ilə sənayedə geniş tətbiq olunur. Neft və qaz sənayesi üçün avadanlıqlar istehsal edən zavodlarda plastik kütüldən müxtəlif konstruksiyalı bir çox hissələr hazırlanır. Bu baxımdan məqalədə neft-mədən avadanlıqlarında işləyən hissələrin silindrin və press-formanın temperaturunun keyfiyyət göstəricilərinə (yığışma, möhkəmlik) təsiri öyrənilir. Geniş aspektdə təsirin keyfiyyət göstəriciləri ilə tökmə temperaturu arasında rəyazi əsəllik öyrənilmişdir. Neft-qaz sənayesinin keyfiyyət, qazma və istismar avadanlıqlarının konstruksiyalarında işləyən hissələrin rejim parametrləri tədqiq edilir.

Study the effect of casting temperature on details from thermo-plastic materials

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

Azerbaijan State University of Oil and Industry

Keywords: cylinder temperature, quality parameters, shrinkage, accuracy.

The implementation of plastic details in various constructions enables to reduce the prime cost and labor intensity of machine and device manufacturing, decrease the weight of design and improve their quality and reliability at the same time. The studies were carried out with the aim of labor productivity increase and substitution of colored and black metals with plastic masses. For this purpose, the details with certain characteristics were selected for further implementation of developed technological process in oil-gas industry.

The paper investigates the impact of cylinder and compression mold temperature on the quality parameters (shrinkage and hardness) of plastic details in oil-field equipment. The accessible boundaries of quality indicators of the details operated in the equipment of exploration, drilling and exploitation of oil and gas industry are studied in a wide range of mode parameters. The mathematic dependences between quality parameters (shrinkage and hardness) of the details on casting temperature are specified.

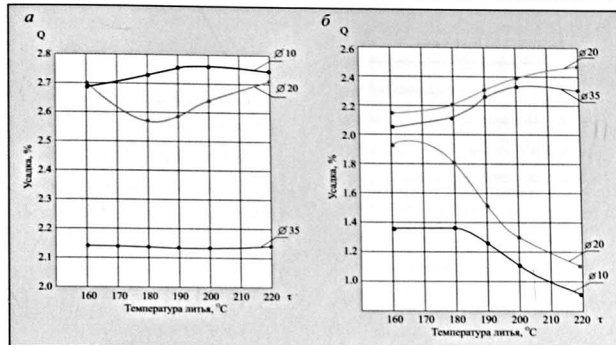


Рис. 1. Зависимость усадки от температуры литья для сплошных образцов типа колец (а) и для образцов типа диск (б) из полиэтилена высокой плотности

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

Выбор оптимальной температуры литья в каждом конкретном случае определяется в зависимости от характеристики перерабатываемого материала. В связи с этим, нами исследовано влияние температуры на величину усадки литьевого цилиндра 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 давления поддерживались постоянными и их величины соответственно равны: $\tau_x = 1,5$ мин, $\tau_y = 5$ мин. Для проведения эксперимента в каждом режиме изготавливалось по 25 образцов.

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

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

Из кривых зависимости усадки от темпера-

туры литья (рис. 1, а) видно, что с увеличением температуры литья усадка размеров сплошных образцов сначала увеличивается, а потом почти стабилизируется, а у образцов с диаметром 35 мм усадка почти не меняется.

Видно, это связано с тем, что объем отливки с увеличением температуры расплава образцов в зависимости от толщины их стенки меняется по-разному. С другой стороны, между усадками изделий и объемом расплава при охлаждении наблюдается сложный физико-химический процесс, что способствует уменьшению объема изделия в форме и компенсирует подпитку расплава. У образцов диаметром 20 мм при номинальных температурах литья (160–180 °С) наблюдается тенденция к уменьшению усадки. На наш взгляд, это связано с тем, что выделенное давление литья и время выдержки под давлением для данного объема образца 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. Это, по-видимому, связано с тем, что с повышением температуры литья увеличивается скорость релаксации материала при остывании, поэтому ориентация макромолекул полимера в образцах толщиной 5 и 7,5 мм уменьшается, что способствует некоторому увеличению размера в диаметраль-

ном направлении.

Интересная картина наблюдается при температуре литья больше 190 °С. В пределах температур 190 ± 20 °С усадка наружных размеров сильно увеличивается, а внутренних размеров, наоборот, уменьшается. Это связано с тем, что при больших температурах литья вязкость материала увеличивается. При охлаждении образцов в форме средняя температура деталей по наружным и внутренним поверхностям отличается. Видно, это способствует увеличению усадочной деформации по наружному диаметру, так как давление расплава в момент охлаждения по этим же поверхностям почти равно нулю, а по внутренним диаметрам за счет упругой деформации расплава оно имеет определенную величину.

Помимо вышензачтенного, можно сказать, что изменение усадки с изменением температуры зависит еще от двух факторов. С одной стороны, повышение температуры литья уменьшает ориентацию полимера в изделиях, тем самым, уменьшая продольную и увеличивая поперечную (диаметральную) усадку [3]. С другой стороны, этот фактор вызывает увеличение коэффициента объемного термического расширения, что увеличивает усадку во всех направлениях.

Зависимости между температурой и предельными колебаниями размеров сплошных и пустотелых образцов, представлены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что с увеличением тем-

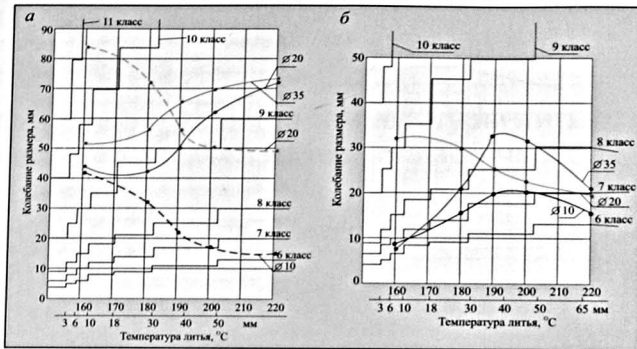


Рис. 2. Зависимость колебания размера от температуры литья для образцов типа колец (а) и для сплошных образцов (б) из полиэтилена высокой плотности

пературы 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 при температуре $t = 160 + 190$ °С уменьшаются, что соответствует 7-9 номерам квалитетов для размеров от 20 до 50 мм, а при температуре $t = 190 + 220$ °С 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 сначала уменьшаются, доходят до определенного минимума (при $t = 160 + 220$ °С), 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 ($t = 190 + 220$ °С). Этот предел температуры можно принять границей интервала варьирования данным фактором при изучении колебаний размеров в многофакторном пространстве, т.е. с учетом одновременного влияния всех режимных параметров. Для пустотелых образцов

номинальные пределы колебаний размеров достигаются при температуре $t = 180 + 200$ °С, что подтверждает результаты работы [4].

На рис. 3 приведены кривые зависимости усадки от температуры литья для сплошных образцов и типа колец из ударопрочного полистирола УПМ-3Л. Как видно из кривых зависимости, характер изменения усадки в зависимости от температуры литья и толщины стенки разный. Так, у образцов диаметром 10 мм ($\delta = 10$ мм) усадка сначала уменьшается и при $t_{\text{л}} = 170/190$ °С достигает минимального значения, а затем увеличивается. Для образца диаметром 35 мм ($\delta = 35$ мм), наоборот, с увеличением $t_{\text{л}}$ усадка сперва увеличивается, достигает максимума при $t_{\text{л}} = 190$ °С, а затем интенсивно уменьшается и достигает минимума при $t_{\text{л}} = 220$ °С. Усадка образцов размером $\phi 20$ мм с увеличением $t_{\text{л}}$ увеличивается, а затем почти стабилизируется при $t_{\text{л}} = 210 - 220$ °С. Анализ этих кривых подтверждает, что конкретным толщинам изделий соответствуют оптимальные режимы переработки. Например, для диаметра 10 мм $t_{\text{л}} = 180 + 190$ °С, для $\phi 20$ мм – $170 + 180$ °С, а для размера $\phi 35$ мм – $210 + 220$ °С.

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 сначала незначительно уменьшается, а потом увеличивается. Для внутренних размеров наблюдается обратная закономерность.

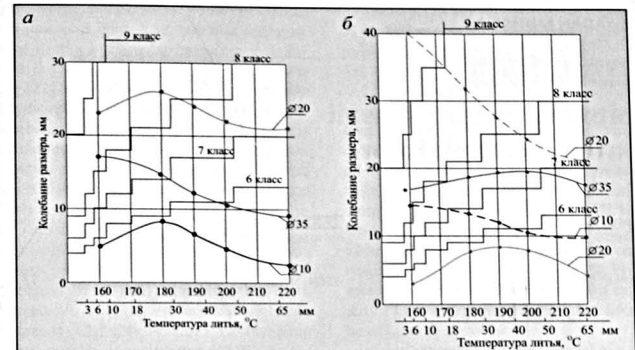


Рис. 3. Зависимость колебания размера от температуры литья для сплошных образцов (а) и для образцов типа колец (б) из ударопрочного полистирола

С увеличением $t_{\text{л}}$ усадка уменьшается. Для наружных размеров монотонная усадка получена при $t_{\text{л}} = 180 - 190$ °С, а для внутренних при $t_{\text{л}} = 210 - 220$ °С.

Кривые зависимости, описывающие колебания размеров от температуры литья для сплошных представлены на рис. 3, а, для образцов типа колец на рис. 3, б.

Из рис. 3, а видно, что с увеличением $t_{\text{л}}$ колебания наружных размеров сплошных образцов увеличиваются до $t_{\text{л}} = 160 + 190$ °С, а затем уменьшаются при $t_{\text{л}} = 190 + 220$ °С. Пределы колебаний размеров укладываются в 6, 7 номерах квалитетов для размеров от 10 до 50 мм по ГОСТу 1170-66.

Из кривых зависимости колебаний разме-

ров 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 колебания наружных размеров сначала увеличиваются, достигают максимума при $t_{\text{л}} = 190$ °С, а затем уменьшаются до определенного минимума при $t_{\text{л}} = 220$ °С.

Колебания внутренних размеров с увеличением $t_{\text{л}}$ уменьшаются, а затем почти стабилизируются при $t_{\text{л}} = 220$ °С. 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.
2. Брагинский В.А., Мирзоев Р.Г. Система допусков посадки деталей из пластмасс (обзор литературных данных). Пластические массы в машиностроении и приборостроении. – М.: МДНИ, 1965.
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 оборудованных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2017, № 5, с. 10-14.

References

1. Kerimov D.A. Nauchnye osnovy i prakticheskiye metody optimizatsii pokazateley kachestva plastmassovykh detaley neftepromyslovygo oborudovaniya: avtoref. dis. dokt. tekhn. nauk, Baku, 1985.
2. Braginskiy V.A., Mirzoyev R.G. Sistema dopuskov posadki detaley iz plastmass (obzor literaturnykh dannyyh). Plasticheskiye massy v mashinostroyeni i priborostroyeni. – M.: MDNI, 1965.
3. Kerimov D.A., Kurbanova S.K. Osnovy konstruirovaniya plastmassovykh detaley i press-form. – Baku: Elm, 1997, 504 s.
4. Gasanova N.A. Vliyeniye temperatury na kharakter deformatsii plastmass, rabotayuschikh v neftepromyslovykh oborudovaniyakh // Aktual'nyye problemy gumanitarnykh i yestestvennykh nauk, Moskva, 2017, No 5, s. 10-14.