

Исследование влияния технологических факторов на качество пластмассовых деталей

Дж.А. Керимов, д.т.н.
Азербайджанский государственный университет
нефти и промышленности

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

e-mail: gullunaycabirqizi@gmail.com

DOI.10.37474/0365-8554/2021-3-40-43

Texnologji faktorların plastik kütlədən olan detalların keyfiyyətinə təsirlərinin tədqiqi

Study the effect of technological factors on the quality of plastic details

C.Ə. Karimov, t.e.d.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

J.A. Kerimov, Dr. in Tech.Sc.
Azerbaijan State University of Oil and Industry

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

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

Maqalədə neft-mədən avadanlıqlarında işləyən plastik kütlədən olan detalların yığışma deformatsiyası və möhkəmliyinin dəqiqləşdirilməsinə diqqətə məxsusdur. Bununla əlaqədar olaraq yüksək sıxlıqlı polietiləndən hazırlanan hissələrin yığışma deformatsiyası və möhkəmliyi tökmə temperaturundan asılı olaraq geniş miqyasda tədqiq edilmişdir.

The paper studies the impact of temperature of cylinder and press-mould on the quality factors (shrinkage, hardness) of plastic details on oil-field equipment. In addition, the quality indicators of details operating in constructions are studied in a wide range of mode parameters. The mathematical dependences between the quality parameters (shrinkage, hardness) of details on treatment temperature are specified.

Detaiların keyfiyyət göstəricilərinin (yığışma deformatsiyası və möhkəmliyi) emal temperaturundan riyazi asılılıqların təyin edilmişdir.

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

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

В данной работе исследовано влияние технологических факторов на качество деталей из полиэтилена высокой плотности и ударопрочного полистирола марки УПМ-3Л. Режим отливки, т.е. температура литья была принята в интервале от 140 °С до 220 °С с шагом 10 °С. Давление литья поддерживалось равным $p=80$ МПа, время выдержки под давлением и без поддерживались в зависимости от их толщины, т.е. при $\delta=5-10$ мм, они были $\tau_1 = 1.5$ мин, $\tau_2 = 5$ мин.

Для каждого режима изготавливалось по 25 образцов. Детали после изготовления выдер-

живали 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 построены кривые зависимости усадки 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).

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

У образцов с диаметром 35 мм усадка почти не меняется. Видно, что связано с тем, что объем отливки с увеличением температуры

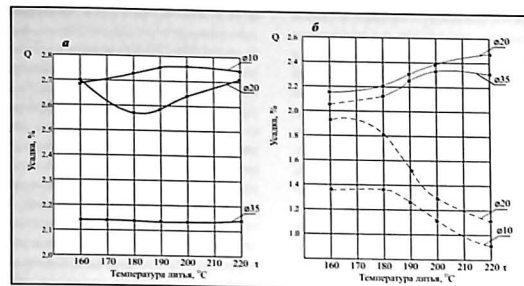


Рис. 1. Зависимость усадки от температуры литья для сплошных образцов (а) и образцов типа колец (б) из полиэтилена высокой плотности

расплава образцов в зависимости от их 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 подлиткой расплава при охлаждении. У образцов диаметром 20 мм при температурах литья 160-180 °С наблюдается тенденция уменьшения 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 равномерного протекания процесса усадки в форме.

Усадка образцов типа колец с наружными

размерами 20 и 35 мм имеет несколько повышенную величину, чем внутренние размеры этих образцов (см. рис. 1, б). Это, по-видимому, 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 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 нормальному

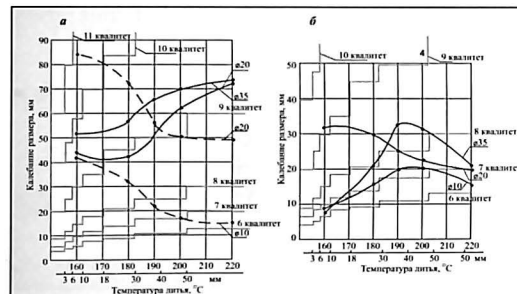


Рис. 2. Зависимость колебания размера от температуры литья для образцов типа колец (а) и сплошных образцов (б) из полиэтилена высокой плотности

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, 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 пределами колебаний размеров сплошных и пустотелых образцов, представлены на рис. 2.

Из этих рисунков 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 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 160÷190 °С уменьшаются,

что соответствует 7÷9 номерам квалитетов для размеров от 20 до 50 мм, а при температуре 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 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 (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 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 темпера-

туры литья и толщины стенки разных. Так у образцов диаметром 10 мм ($\delta = 10$ мм) усадка сначала уменьшается и при $t_n = 170 \div 190$ °С достигает минимального значения, а затем увеличивается. Для образца диаметром 35 мм ($\delta = 35$ мм), наоборот, с увеличением t_n усадка сначала увеличивается, достигает максимума при $t_n = 190$ °С, а затем интенсивно уменьшается и достигает минимума при $t_n = 220$ °С. Усадка образцов размером 20 мм с увеличением t_n увеличивается, а затем почти стабилизируется при $t_n = 210 \div 220$ °С.

Анализ этих кривых подтверждает, что конкретным размерам в зависимости от конструкции и размеров изделий соответствуют оптимальные режимы переработки. Например, для диаметра 10 мм $t_{opt} = 180 \div 190$ °С, для 20 мм – 170÷180 °С, а для размера 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.

С увеличением t_n усадка уменьшается. Для наружных размеров монотальная усадка получена при $t_n = 180 \div 190$ °С, а для внутренних при $t_n = 210 \div 220$ °С. Из рис. 3, а, видно, что с увеличением t_n колебания наружных размеров сплошных образцов увеличиваются до $t_n = 160 \div 190$ °С, а затем уменьшаются при $t_n = 190 \div 220$ °С. Пределы колебаний размеров укладываются в 6, 7 номера 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 размеров. Так с увеличением температуры литья колебания наружных размеров сначала увеличиваются, достигают максимума при $t_n = 190$ °С, а затем уменьшаются до определенного минимума при $t_n = 220$ °С. Колебания внутренних размеров с увеличением t_n уменьшаются, а затем почти стабилизируются при $t_n = 220$ °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.

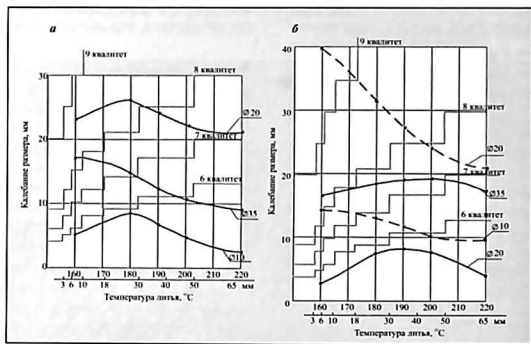


Рис. 3. Зависимость колебания размера от температуры литья для сплошных образцов (а) и для образцов типа колец (б) из ударопрочного полистирола

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.: МДП, 1965.
3. Керимов Д.А., Курбанова С.К. Основы конструирования пластмассовых деталей и пресс-форм. – Баку: Элм, 1997, 504 с.
4. Kerimov D.A., Gasanova N.A. Determination of quality of plastic details without disruptions. 13th International Conference on Theory and Application of Fuzzy Systems and Soft Computing – ICAFS-2018, Warsaw, Poland, August 27–28, 2018 Springer Nature Switzerland AG 2019, Advances in Intelligent Systems and Computing (AISC), vol. 896, pp. 848–851, 2019, Springer, Cham.

References

1. Kerimov D.A. Nauchnye osnovy i prakticheskie metody optimizatsii pokazately kachestva plastmassovykh detaley neftepromysloвого oborudovaniya: avtoref. diss. dokt. tekhn. nauk, Baku, 1985.
2. Braginskiy V.A., Mirzoyev R.G. Sistema dopuskov posadki detaley iz plastmass (obzor literaturnykh dannykh). Plasticheskiye massy v mashinostroyeni i priborostroyeni. – M.: MDNP, 1965.
3. Kerimov D.A., Kurbanova S.K. Osnovy konstruirovaniya plastmassovykh detaley i press-form. – Baku: Elm, 1997, 504 s.
4. Kerimov D.A., Gasanova N.A. Determination of quality of plastic details without disruptions. 13th International Conference on Theory and Application of Fuzzy Systems and Soft Computing – ICAFS-2018, Warsaw, Poland, August 27–28, 2018 Springer Nature Switzerland AG 2019, Advances in Intelligent Systems and Computing (AISC), Springer, Cham, 2019, vol. 896, pp. 848–851.