

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРЫ «СТАТОР-РОТОР» ТУРБОБУРА ТВ1-240

К.В. Николаенко<sup>1</sup>, Е.Г. Прахоцкий<sup>2</sup>

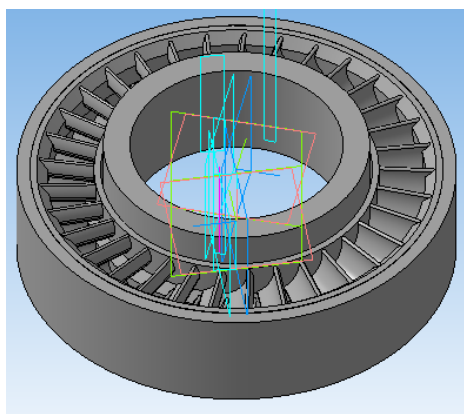
Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»

e-mail: <sup>1</sup>[danapris94@gmail.com](mailto:danapris94@gmail.com), <sup>2</sup>[prahotsky@gmail.com](mailto:prahotsky@gmail.com)

**Summary.** For drilling, can be used mud motor (turbodrill), which consist of stator and rotor. The problem of import substitution is actual, because these details are don't produce in Belarus. In GSTU named P.O. Sukhoi there are research on the development of production technology for this type of products with more effective method for production. In this study were designed 3D models of stator-rotor stage and computer modeling of fluid flowing in stage. Alternative technology for the manufacture of molds technology has been adopt with using of chemical hardening cold-curing mixtures. For the technology was designed gating system and tooling model.

В нефтегазовой отрасли РБ бурение разведочных и добывающих скважин, а также боковых стволов ведется в достаточно большом объеме. В качестве основной применяется технология турбинного бурения с использованием гидравлических забойных двигателей. Их основным рабочим элементом является многоступенчатая осевая турбина лопастного типа, в которой гидравлическая энергия потока промывочной жидкости преобразуется в механическую энергию вращательного движения. Каждая ступень состоит из статора и ротора, собранных в секции. Поскольку в Республике Беларусь данное высокотехнологичное изделие не производится, проблема импортозамещения является весьма актуальной задачей.

В ГГТУ им. П.О. Сухого ведутся исследования по разработке технологии производства данного типа изделия с возможностью замены литья по выплавляемым моделям на более эффективный способ производства. В рамках этой работы оцифрованы натуральные детали и разработана 3D-модель ступени турбобура (рис. 1), проведены исследования работоспособности ступени при технологических режимах.



С этой целью поведен численный расчет параметров течения при параметрах, применяемых при испытаниях турбобура. В результате компьютерного моделирования получены распределения профиля скоростей и давлений на лопатках, что позволило определить рабочий вращающий момент на роторе.

Известно, что детали «статор» и «ротор» работают в условиях интенсивного абразивного износа в агрессивной кислой среде. Все поверхности детали, за исключением поверхностей лопаток получают механической обработкой литых поверхностей. Учитывая жесткие условия эксплуатации деталей литые заготовки для деталей

Рис. 1 – 3D-модель ступени турбобура

рабочей пары «статор» и «ротор» турбобура изготавливаются из конструкционной легированной стали марки 40ХЛ, которую нельзя признать технологичной для литейных процессов. С точки зрения возможностей получения литой заготовки конструкцию деталей ступени турбобура следует также признать крайне нетехнологичной. В них, на первый взгляд, сложно выделить плоскости разъема для изготовления традиционными способами формовки.

Конструкция зоны лопаток характеризуется сложной конфигурацией тела отливки, криволинейными контурами лопастей. Минимальная толщина литых стенок турбины составляет от 2 до 3 мм в узких сечениях. На фоне этого, при переходах в цилиндрические части тела отливки, имеются утолщения в теле, которые являются термическими узлами, предопределяющими высокую вероятность образования усадочных дефектов, что недопустимо.

Для обеспечения возможностей качественного воспроизведения элементов тела отливки в общепринятой практике используют технологию литья по выплавляемым моделям. Качественное заполнение полости формы и мягкие условия кристаллизации тела отливки в данном случае обеспечиваются прокалкой и последующим применением нагретой до высоких температур (700...800 °С) литейной формы. Однако это один из наиболее энергоемких, сложных и трудозатратных технологических процессов, характеризующихся неудовлетворительными экологическими показателями. Стоимость отливок, полученных таким способом в разы превышает стоимость отливок, полученных традиционными методами, а сама технология оправдывает себя только в условиях массового производства.

В качестве альтернативной технологии для изготовления литейных форм была принята технология с применением химически твердеющих смесей холодного отверждения. Данные смеси обеспечивают сочетание высокой прочности и хорошей газопроводящей способности литейной формы, возможность обеспечения размерной точности и чистоты поверхности отливки, но в отличие от керамических форм характеризуются более низкой стоимостью формовочных материалов и, что наиболее важно, обеспечивают изготовление форм общепринятыми простыми приемами.

Для данной технологии разработаны конструкции литниково-питающей системы и модельной оснастки. Назначена сложная плоскость разъема, проходящая по зоне полостей между лопатками статора и ротора турбобура, формирующая зубчатую поверхность схождения полуформ. Методами компьютерного моделирования установлено, что для условий получения отливок из сплава 40ХЛ типичным дефектом, формирующимся в теле, являются дефекты усадочного характера: раковины и пористость (рис. 2).

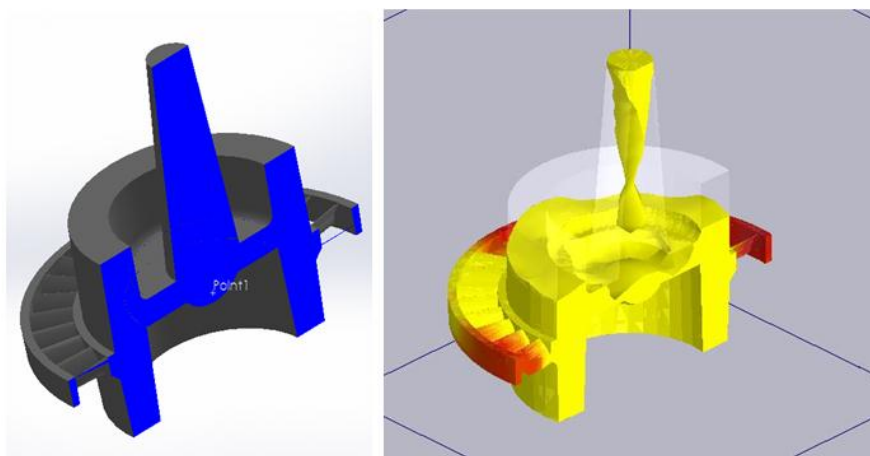


Рисунок 2. – Оптимальная конструкция литниково-питающей системы и результаты моделирования для отливки «Ротор»

На основании полученных результатов разработана 3D конструкция литейных моделей для её последующего изготовления методом 3D печати.