DOI 10.58351/2949-2041.2025.20.3.022

Панфилов Тимофей Эдуардович, аспирант
Набережночелнинского института КФУ,
руководитель группы по поддержке сварочного производства
ООО «Тракс Восток Рус»
Panfilov T.E., postgraduate student of the Naberezhnye Chelny Institute
of KFU, Head of the Welding Production Support Group
of LLC "Trucks Vostok Rus";

Астащенко Владимир Иванович, доктор технических наук,
профессор кафедры материалов, технологий и качества
Набережночелнинского института КФУ
Astashchenko V.I., Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department of Materials, Technologies and Quality
of the Naberezhnye Chelny Institute of KFU

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ 20ГЛ
RESEARCHING OF THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF 20L AND 20GL STEELS

Аннотация: Представлен анализ механических свойств образцов, отобранных из различных точек металлических отливок, в процессе производства которых применялась сталь 20ГЛ. Выполнено изучение имеющейся чертежно-технической документации с целью определения наиболее «уязвимых» зон на отливке. Произведено моделирование процесса производства детали, выявлены места образования литейных дефектов в процессе затвердевания материала. Показана взаимосвязь места отбора образцов с пониженными механическими свойствами стали. Даны рекомендации по месту отбора образцов для контроля механических свойств, обеспечивающих производство высококачественных продуктов.

Abstract: An analysis of the mechanical properties of samples taken from various points of metal castings, in the production process of which 20GL steel was used, is presented. The study of the available drawing and technical documentation was carried out in order to determine the most "vulnerable" areas on the casting. The modeling of the manufacturing process of the part was carried out, the places of formation of casting defects during the solidification of the material were identified. The relationship between the sampling site and the reduced mechanical properties of steel is shown. Recommendations are given on the place of sampling to control the mechanical properties that ensure the production of high-quality products.

Ключевые слова: Сталь, отливка, хладостойкость, структура, ударная вязкость, моделирование, литейные дефекты, усадка металла.

Keywords: Steel, casting, cold resistance, structure, impact strength, modeling, casting defects, metal shrinkage.

Цель работы: Сравнительное исследование показателей механических свойств в образцах, изготовленных из проб отливки литой низкоуглеродистой стали, применяемой в процессе создания машин и конструкций нефтедобывающего комплекса.

Материалы и методы исследования: В процессе проведения исследований были использованы отливки из стали марки 20ГЛ, полученной на литейном заводе ПАО «КАМАЗ».

Для проведения выплавки, раскисления и легирования применена печь модели ДСП-12Н2.

Для определения механических свойств исследуемых материалов был произведён отбор проб, руководствуясь ГОСТ 9765-81.

В процессе определения уровня сопротивления хрупкому разрушению у сталей применён маятниковый копер модели PSW-30. Образцы с V – образным надрезом были подвергнуты испытанию на ударный изгиб по методу Шарпи.

Комплекс требований, которым должны соответствовать механические свойства сталей, установлен согласно ГОСТ 21357-87.

Результаты исследований:

Место отбора пробы для определения ударной вязкости KCV-600 выбрано согласно рисунку 1.

В качестве места для отбора пробы используется фланец, который является противоположным от места питания.

Результаты определения механических характеристик указаны в таблице показали, что в образцах, взятых из мест, указанных на рисунке 1, при температуре испытания -600С, показатели ударной вязкости составляют от 25 до 27,5 Дж/см2, что соответствует значениям, указанным в ГОСТ 21357-87.

На показатели ударной вязкости оказывает влияние большое количество различных факторов, в том числе наличие литейных дефектов в отливке.

Литейными называют отклонения, которые возникают в результате протекания литейных процессов, как на поверхности, так и во внутреннем пространстве детали.

Одним из наиболее распространенных дефектов внутреннего пространства является усадочная раковина – это тип дефектов, которые обычно образуются в местах отливки, которые затвердевают в последнюю очередь. Форма образующихся усадочных дефектов зависит от характера кристаллизации сплава в отливке, который в свою очередь, определяется временными, тепловыми параметрами процесса формирования отливки [1].

Для оценки вероятности возникновения литейных дефектов проведено моделирование процессов выплавки исследуемых отливок.

Стрелками на рисунке 3 обозначена течь в радиусных переходах от донной части к патрубкам.

С точки зрения эксплуатационной надежности данные места также считаются уязвимыми, так как являются местами, имеющие не только сложную форму, но и пониженную толщину вследствие конструкционных особенностей.

Небольшая толщина стенок также способствует изменению скорости кристаллизации в указанных областях, что в свою очередь приводит к дисперсии механических свойств стали в разных местах отбора образцов на одной отливке.

На основании полученных данных сделано предположение о негативном влиянии образования литейных дефектов на дальнейшее образования уязвимых с точки зрения эксплуатационных свойств зон на отливках.

Осуществлён отбор проб образцов из уязвимых с точки зрения эксплуатационной надежности зон, для проведения испытаний на ударную вязкость.

Испытания показали, что в образцах, взятых из наиболее уязвимых зон, при температуре испытания -600С, показатели ударной вязкости составляют от 16 до 21,9 Дж/см2, что не соответствует значениям, указанным в ГОСТ 21357-87.

Результаты сравнения механических характеристик у образцов из различных мест отбора проб говорят об непостоянстве значений ударной вязкости на всей площади отливки, с динамикой уменьшения данного показателя в наиболее уязвимых с точки зрения эксплуатационной прочности зонах до значений, не соответствующих ГОСТу.

Подобное отклонение является последствием неравномерности процесса кристаллизации материала в процессе выплавки в местах отливки с наиболее тонкими стенками.

Для получения наиболее актуальных результатов ударной вязкости рекомендуется осуществлять отбор проб в наиболее уязвимых с точки зрения эксплуатационной надежности зонах.

Выводы:

1. Показатели ударной вязкости образцов отливок из стали 20ГЛ, отобранных из «уязвимых» с точки зрения эксплуатационной надежности и моделирования мест, не соответствуют значениям, указанным ГОСТ 21357-87.

2. Несоответствие показателя ударной вязкости значениям ГОСТа обусловлено неравномерностью процесса кристаллизации применяемого материала вследствие наличия тонкостенных элементов в строении отливки.

3. Для повышения качества производимых отливок рекомендуется осуществлять отбор проб образцов на испытание ударной вязкости из наиболее уязвимых с точки зрения эксплуатационной надежности зон.

Таблица 1

Показатели механических свойств стали 20ГЛ.

Предел текучести, σт,Мпа,	Временное сопротивление, σв,Мпа,	Относительное удлинение,δ,%,	Относительное сужение,ψ,%,	Ударная вязкость -60℃
≥ 300	≥500	≥ 20	≥35	KCV≥20 Дж/см2

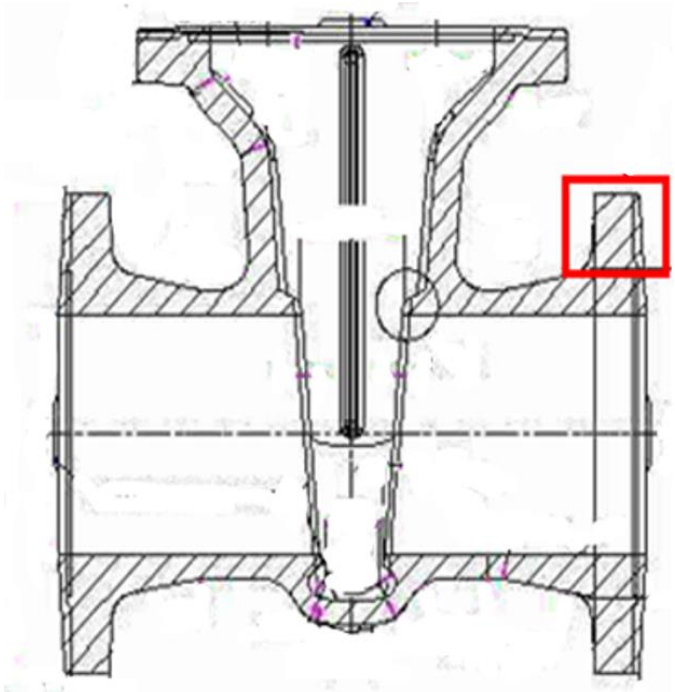

Рисунок 1. Схематичное изображение места отбора пробы для изготовления стандартного образца

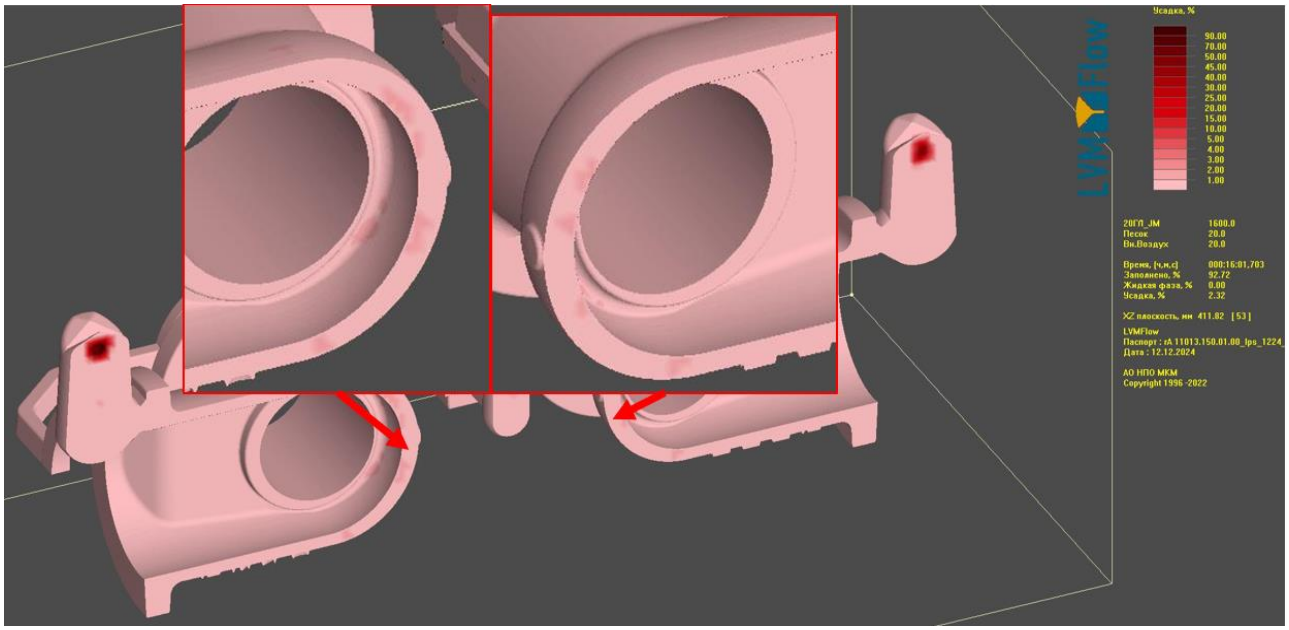

Рисунок 2. Места образования литейных дефектов

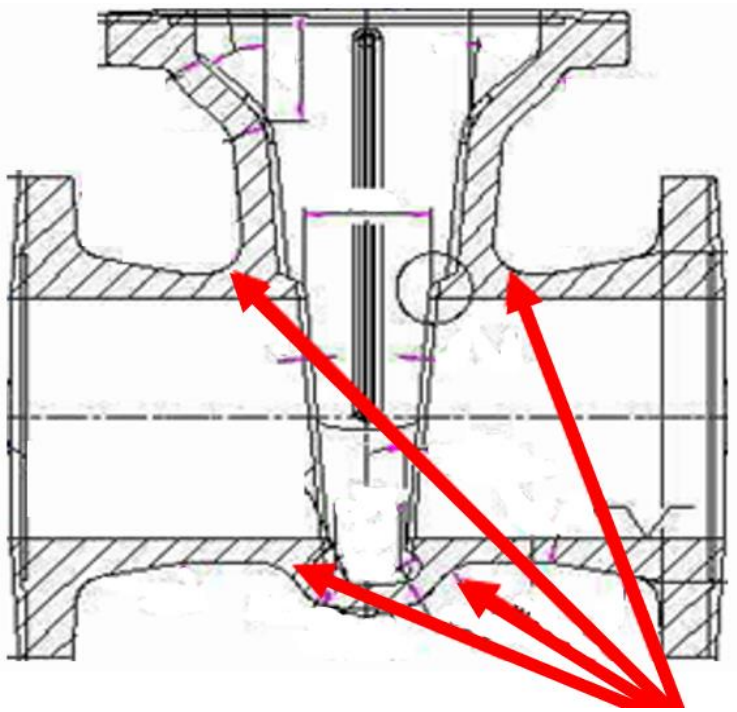

Рисунок 3. Обозначение наиболее уязвимых
с точки зрения эксплуатационной прочности зон

Список литературы:

1. Фурман Е. Л., Казанцев С. П. Специальные виды литья. Часть 2. Литье по выплавляемым моделям: учебное пособие / Е. Л. Фурман, С. П. Казанцев. – Екатеринбург. ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. – 154 с.