

принтеров, строящих детали из фотополимера с поддержкой из воска, который в последствии легко удаляется. Нанесение основного материала и воска осуществляется инжекционной головкой одновременно. Основной слой при этом засвечивается ультрафиолетовой лампой. Основное назначение ProJet CP 3000 - создавать мастер-модель, которая послужит для создания литьевых форм с помощью литья по выплавляемым моделям. Высокое разрешение, минимальная толщина стенки позволяют создавать прототипы ювелирных изделий или детали с высокой точностью (рисунок 6).

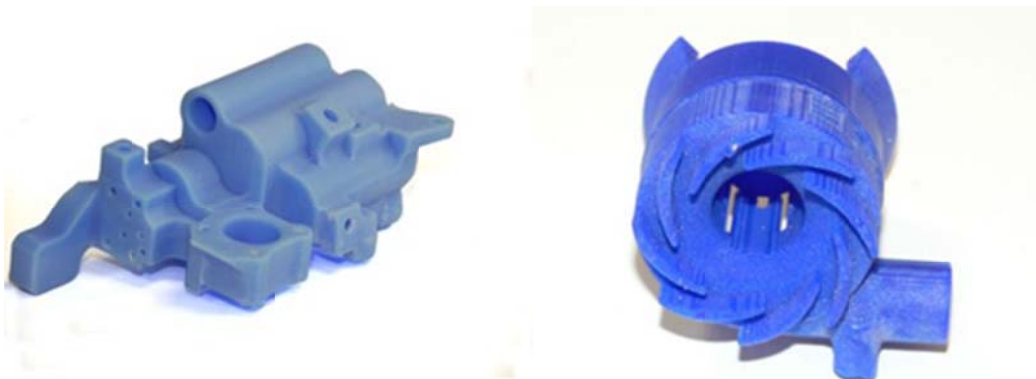


Рисунок 6 – Прототипы высокого и низкого разрешений, полученные на принтере ProJet CP 3000

Эта технология называется **Multi-jet Modeling (MJM)** является гибридной между *STL* и *FDM* – используются фотополимеры ультрафиолетового отверждения как в *STL* процессе, а способ формирования слоя похож на *FDM*.

УДК 621.74:669.018

Влияние неметаллических включений на качество стального литья

Студенты: гр.104110 Никитюк П.А., гр.104111 Ринкунас В.Е., Самута С.В.

Научный руководитель – Немененок Б.М.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

При производстве отливок из стали первостепенное значение приобретают вопросы качества отливок, снижения металлоемкости и себестоимости при одновременном увеличении ресурса эксплуатации.

Большое влияние на качество отливок из стали отказывают неметаллические включения и, в первую очередь, их природа и характер распределения. Для улучшения качества конструкционной стали необходимо снижать содержание вредных примесей и применять рациональные методы раскисления-модифицирования, что благоприятно изменяет характер и форму включений.

Управление природой неметаллических включений для получения заданных свойств - одно из основных научных направлений в металлургии стали. Для значительной части сортамента стальных отливок установлены однозначные зависимости «включения-свойства», позволяющие прогнозировать технологические процессы и свойства отливок.

Важное значение приобретает снижение содержания в стали примесей кислорода, серы и фосфора. Снижение концентрации кислорода и серы позволяет повысить чистоту стали по оксидным, сульфидным и оксисульфидным включениям; снижение содержания фосфора способствует упрочнению металлической матрицы. Раскисление стали алюминием обеспечивает снижение содержания кислорода до 0,004 % и получение относительно чистой стали по оксидам. Однако еще недостаточно внимания уделяют процессам десульфурации и дефосфорации, т.к. фактическое содержание серы и фосфора в промышленных плавках обычно превышает 0,02 %, достигая на отдельных заводах 0,04-0,05 %, что допускается стандартами

для стальных отливок. Установлено, что при снижении содержания серы в пределах марочного состава нелегированной и легированной конструкционных сталей с 0,03 % до 0,01 % их KCV возрастает примерно в 2 раза, а порог хладостойкости снижается более чем на 30 %.

Изучали влияние содержания сера на KCV и индекс загрязнения $j \cdot 10^{-3}$ для стали типа 10ГЛ. Сталь выплавляли в индукционной печи с основной футеровкой на чистой шихте с присадками в заливочные ковши сернистого железа, что позволило установить влияние возрастающих концентраций серы, исключив другие факторы. Состав стали: 0,10 % С; 1,5 % Mn; 0,3 % Si; 0,005 % P, 0,003-0,043 % S; 0,004 % Al. Степень загрязнения оксидами оставалась стабильно низкой, в то время как с увеличением содержания серы однозначно повышалась загрязненность сульфидами, что и определяло общий уровень загрязнения. В таблице 1 приведены данные ударной вязкости (KCV) и индекса загрязнения от содержания серы в стали.

Таблица 1 – Влияние серы на ударную вязкость и индекс загрязненности стали 10ГЛ

Содержание серы, 10^{-3} %	KCV; МДж/м ² (+20 °С)	$j \cdot 10^{-3}$	
		сульфиды	оксиды
10	3,0	0,6	0,5
15	2,5	1,2	0,5
20	2,0	1,9	0,5
25	1,7	2,3	0,5
30	1,5	3,0	0,5
40	1,2	4,0	0,5
45	1,0	4,3	0,5

Известно, что принятый метод конечного раскисления алюминием приводит к образованию дезориентированных остроугольных включений III типа, относительно безвредных при малых содержаниях серы. По мере повышения содержания серы количество остроугольных оксисульфидов возрастает, расстояние между ними уменьшается, вследствие чего возникающие у острых углов микротрещины объединяются в магистральные и способствуют увеличению хрупкости стали.

При содержании более 0,015 % серы рекомендуется дополнительное модифицирование стали ЩЗМ или РЗМ.

Механизм влияния этих модификаторов заключается в переводе остроугольных включений III типа в округлые I типа, очищении границ зерен от примесей и упрочнении металлической матрицы.

Для оценки влияния состава стали и модификаторов на свойства стали 20ГЛ оценивали ударную вязкость, механические свойства и индекс загрязненности. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние состава и модифицирования на свойства стали 20ГЛ.

Модификаторы	Содержание, %		$j \cdot 10^{-3}$	Механические свойства			
	S	P		σ_t , МПа	σ_b , МПа	$\frac{\delta_s}{\psi}$, %	KCV; МДж/м ² (+20 °С)
Al	0,003	0,005	0,75	425	625	26,8/75,2	2,35
Al	0,005	0,005	1,05	418	622	24,5/66,5	1,95
Al	0,026	0,010	6,72	430	630	21,0/47,1	0,77
Al+СК	0,026	0,012	5,83	427	632	22,5/56,3	1,26
Al+РЗМ	0,025	0,010	5,15	442	640	23,0/60,2	1,52
Al+СК+РЗМ	0,025	0,012	4,75	428	628	24,0/64,2	1,60

Из результатов следует, что наивысший уровень ударной вязкости имеют чистые стали. Модифицирование сфероидизаторами при более высоком содержании вредных примесей заметно повышает уровень пластичности и ударной вязкости, однако эти показатели не достигают уровня свойств чистой стали.

Практика модифицирования сфероидизаторами углеродистой стали показывает, что она по свойствам приближается к экономно-легированной, а модифицированная экономно-легированная превосходит по механическим показателям стали, легированные дорогостоящими элементами (Ni, Mo, W, V, Nb). Таким образом, процесс управления количеством и формой неметаллических включений является весомым резервом в повышении качества стального литья.

УДК 621.74.043.2

Современные разделительные покрытия пресс-форм литья под давлением алюминиевых сплавов

Магистрант Акулич Н.Н., студент гр. 104111 Волосевич Я.В.
Научный руководитель – Михальцов А.М.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Современные разделительные покрытия для пресс-форм ЛПД должны отвечать целому ряду требований, основными из которых являются высокая термическая стойкость и смазывающая способность, низкая газотворность. Поэтому до недавнего времени в качестве основного компонента разделительных покрытий для пресс-форм ЛПД использовали тяжелые минеральные масла.

В настоящее время появились смазывающие материалы, которые представляют повышенный интерес с точки зрения их использования при разработке новых составов разделительных покрытий. К таким материалам следует отнести в первую очередь кремнийорганические соединения. Наибольший интерес среди них представляют силиконовые жидкости типа ПМС (полиметилсилоксановые жидкости). Их свойства обусловлены сочетанием высокой теплостойкости кремния и эластичности органических полимеров.

В настоящей работе (по специальной методике) выполнена сравнительная оценка смазывающих и разделительных свойств масляных компонентов (ГФК, фус, жирные кислоты, растительное масло, соапсток) и ПМС300. По смазывающей способности ПМС300 несколько уступает лучшим масляным компонентам, но образует более устойчивый к разрушительному действию струи жидкого расплава слой. Это позволяет рекомендовать его в качестве основы вновь разрабатываемых разделительных покрытий при литье под давлением алюминиевых сплавов.

УДК 669.053.

Использование техногенных отходов для производства цветных металлов

Студенты: гр.104111 Горбель И.А., Грозный Д.М., Шингарей М.Г.,
гр. 10405112 Чертобой В.В.
Научный руководитель – Немененок Б.М.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Экономическая целесообразность добычи цветных металлов из руд определяется так называемым браковочным пределом по извлекаемому металлу. Для меди данный показатель составляет 3-5 %, цинка менее 4 %, никеля 0,3-1,0 %, а для молибдена 0,005-0,02 % [1].