

В. Ф. БЕВЗА, А. М. БОДЯКО, В. С. МАЗЬКО,
ИТМ НАН БЕЛАРУСИ

Are determined regimes of castings extraction out of crystalizer. Is elaborated a procedure of power calculation of the exhaust mechanism of foundry installation for hollow castings cast by freezing process.

СИЛОВЫЕ И КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМА ВЫТЯЖКИ УСТАНОВКИ ЛИТЬЯ ПОЛЫХ ЗАГОТОВОК НАМОРАЖИВАНИЕМ

УДК 621.746.047

Литье полых заготовок типа втулок методом намораживания осуществляют в непрерывно-циклическом режиме [1]. При этом одной из основных операций, определяющих стабильность процесса разлива и качество заготовок, является извлечение отливок из кристаллизатора. Эту операцию выполняют в условиях наличия жидкого металла в осевой части кристаллизатора, который посредством сифонной литниковой системы связан с заливочной чашей. Причем в литниковой системе металл находится в жидком перегретом состоянии в течение всего времени разлива. Поэтому удаление затвердевшей корки из расплава и кристаллизатора в каждом цикле, т.е. извлечение каждой отливки, выводит всю систему из состояния устойчивого равновесия и оказывает значительное влияние на формирование последующей отливки. В связи с этим имеют место ограничения по скорости и режиму извлечения отливок, которое осуществляется на литейной установке с помощью специального механизма вытяжки.

При извлечении отливок со скоростью, превышающей некоторое критическое значение $v_{кр}$, происходит всплеск и фонтанирование расплава в кристаллизаторе. Это может приводить к браку по газовым раковинам, неметаллическим включениям и пленам.

Медленное извлечение отливок также имеет свои недостатки. Во-первых, увеличивается разница в продолжительности формирования верхней и нижней частей отливки, что способствует росту осевой разностенности. Во-вторых, в этом случае на нижнем торце по наружному периметру извлекаемой отливки намораживается плена, величина которой тем больше, чем меньше скорость извлечения и ниже температура расплава. Сила сцепления с отливкой и ее прочность достаточно малы. В связи с

этим плена может отрываться от извлекаемой отливки и вмораживаться в тело вновь формируемой либо падать на верхний торец стационарного кристаллизатора. Это приводит к браку последующей отливки либо к перекоосу захватов, устанавливаемых на стационарный кристаллизатор, что может вызвать нарушение процесса литья.

Таким образом, извлечение отливок необходимо осуществлять максимально быстро, однако со скоростью, исключающей фонтанирование и разбрызгивание расплава. Величина критической скорости извлечения ($v_{кр}$) зависит от толщины стенки (ξ), шероховатости внутренней поверхности, определяемой степенью эвтектичности и температурой сплава, и величины кольцевого прилива по внутренней поверхности отливки ($l_{пр}$). Ниже приведены критические значения скорости извлечения для отливок диаметром 150—160 мм с различной толщиной стенки и характером внутренней поверхности. Данные получены методом физического моделирования на прозрачной модели [2].

При удалении отливки из расплава вследствие шероховатости внутренней поверхности уносится и часть жидкой фазы, количество которой прямо пропорционально степени шероховатости. Жидкая фаза, стекая по внутренней поверхности отливки в виде капель, отрывается от нижнего торца и падает в расплав либо на верхний торец стационарного кристаллизатора. Это может приводить в первом случае к браку последующей отливки по королькам, во втором — к перекоосу захватов. Следует отметить, что максимальное каплепадение наблюдается в момент резкой остановки механизма вытяжки в верхнем положении. Поэтому при выборе скорости извлечения необходимо обеспечивать плавную и мягкую остановку отливок над кристаллизатором.

Толщина стенки отливки, мм	8			8			10			11		11	
Характер внутренней поверхности	Гладкая			Профилированная			Профилированная			Гладкая		Профилированная	
Величина кольцевого прилива $l_{пр}$	0	2	5	0	2	5	0	2	5	0	2	0	2
$v_{кр}$, мм/с	950	850	600	650	600	480	550	480	300	450	350	400	280

Механизм вытяжки должен развивать усилия, которые обеспечивают съем отливки с кристаллизатора с учетом ее массы, и преодоление сил трения. Исследования показывают, что при литье заготовок из чугуна с использованием кристаллизатора со стальной рабочей втулкой эти усилия невелики. Например, при извлечении отливок диаметром 157 мм, высотой 160 мм оно не превышает 900 Н. Однако при некоторых условиях (нарушение соосности кристаллизатора и механизма вытяжки, изменение профиля и характера рабочей поверхности кристаллизатора, сцепление нижнего торца затвердевающей отливки с литниковой системой и др.) усилия вытяжки могут существенно возрасти. В связи с этим мощность привода механизма необходимо выбирать из условия технологической прочности отливок при высокой температуре. В случае, когда усилия вытяжки превышают допустимые значения прочности материала отливки, происходит отрыв затравочной части от основного тела, формирующегося в стационарном кристаллизаторе, и процесс литья прекращается. Следовательно, оснащение механизма вытяжки приводом большей мощности нецелесообразно.

Максимальное усилие, которое должен развивать механизм вытяжки, определяем по формуле:

$$P = [\sigma]\pi(D - \xi)\xi,$$

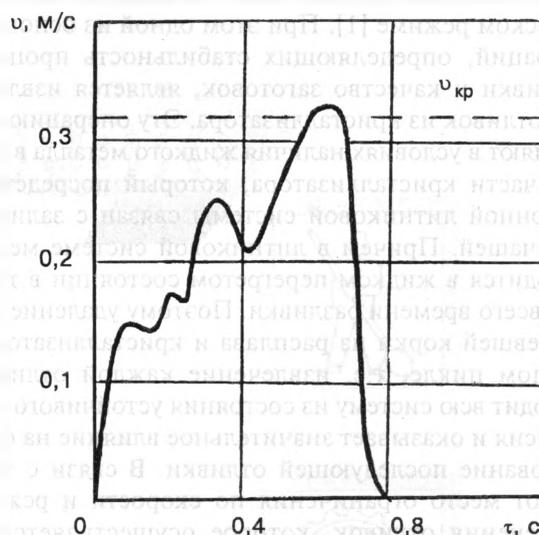
где $[\sigma]$ — допустимый предел прочности материала отливки; D и ξ — соответственно максимальный наружный диаметр и толщина стенки отливки.

Максимальная толщина стенки отливки, которую можно получить при литье заготовок из чугуна методом намораживания, составляет около 30 мм. При этом температура наружной поверхности отливки к моменту ее извлечения из кристаллизатора находится в пределах 850—950 °С, а температура ее внутренней поверхности в течение всего времени затвердевания, в том числе и к моменту извлечения из кристаллизатора, равна температуре солидуса и, например, для серого чугуна составляет около 1140 °С. Примем допущение, что распределение температуры по толщине стенки носит линейный характер. В этом случае средняя температура стенки отливки будет иметь значение около 1000 °С. При таких температурах прочность серого чугуна составляет 0,1—0,25 кг/мм² (0,98—2,46 Н/мм²), высокопрочного чугуна с шаровидным графитом — 0,15—0,35 кг/мм² (1,48—3,44 Н/мм²) [3].

Из приведенных данных следует, что установка, предназначенная для литья заготовок из чугуна диаметром до 220 мм, должна иметь привод механизма вытяжки, который может развивать усилие до ~ 44 000 Н. Это значение многократно превышает действующие усилия вытяжки, что обеспечивает

надежную и устойчивую работу литейной установки в любых ситуациях.

На установке модели ЛЗМ-1, предназначенной для литья заготовок диаметром до 220 мм, применен механизм вытяжки с пневматическим приводом. Максимальное усилие, которое развивает привод при давлении в пневмосети до 6 ати, составляет 18 000 Н. Изменение и регулировка скорости перемещения механизма производится путем дросселирования системы выхлопа воздуха. Плавность движения и мягкость останова механизма в верхнем положении осуществляются за счет пневмоторможения, которое обеспечивается специальной конструкцией пневмоцилиндра. Это позволяет получить требуемые режимы извлечения отливок (см. рисунок).



Характер изменения скорости извлечения отливок диаметром 157 мм на литейной установке мод. ЛЗМ-1

Однако при литье заготовок диаметром более 180 мм ощущается недостаток мощности привода и жесткости рабочего органа механизма вытяжки, особенно при снижении давления в пневмосети. Вместе с тем опыт эксплуатации литейной машины ЛЗМ-1 показал, что пневмопривод с расчетным усилием вытяжки и соответствующими регулирующими устройствами может с успехом использоваться в установках для литья заготовок намораживанием.

Литература

1. Ефимов В. А., Анисович Г. А., Бабич В. Н. и др. Специальные способы литья. М., 1991.
2. Бевза В. Ф., Мазько В. С., Стеценко В. Ю. Гидродинамические явления в кристаллизаторе при извлечении отливок // Весті АН БССР. Сер. фіз.-тэхн. навук. 1986. №2. С. 49—50.
3. Баранов О. А., Ветров В. Г., Поль В. Б. Непрерывное литье чугуна. М., 1968.