

ме того, время кристаллизации необходимо знать, чтобы исключить преждевременную выбивку форм.

На первом этапе снимали кривые кристаллизации плит 300x300 толщиной 25,50 и 100 мм, отливаемых в сырые песчано-глинистые формы. Хромо-алюмелевую термопару устанавливали в тепловом центре плиты. Чугун, выплавленный в индукционной печи, обрабатывали Fe-SI-Mg-лига турой (5% Mg) непосредственно в литейной форме.

На втором этапе исследовали ход кристаллизации и охлаждения пяти отливок-представителей. При этом термопару устанавливали в наиболее массивной стенке отливки. В каждой отливке затем исследовали микроструктуру и определяли твердость в месте установки термопары. В ходе кривых, относящихся к плитам толщиной 25 и 50 мм, выявляются по две точки остановки температуры: первая при температуре 1135°C соответствует эвтектоидному превращению аустенита. У 100-мм плиты за период опыта точка эвтектоидного превращения не фиксировалась.

Эти данные могут быть использованы для прогнозирования ожидаемого времени затвердевания подобных отливок. При этом можно пользоваться известной формулой Хворина, которая время затвердевания отливки представляет как функцию отношения ее объема к поверхности:

$$t = k(V / A)^2$$

где k – константа;

V – объем;

A – поверхность отливки.

Для отлитых плит толщиной 25,50 и 100 мм, константа k оказалась соответственно равной 9,6, 8,3 и 7,44 мин/см².

У этих отливок установлено три точки задержки при изменении температуры: первая при температуре кристаллизации около 1135°C. Вторая в начале и третья в конце эвтектоидного превращения.

Из кривой охлаждения можно сделать ряд заключений. Если такие детали как ручка тормоза, подшипник и башмак выбить из литейной формы уже через 30 мин после заливки, то эффект повышения - твердости (закалка) не проявляется, так как они в это время уже пройдут эвтектоидное превращение, а рычаг управления еще находится в этой области. Массивный же кривошип в течение 30 мин после заливки имеет температуру около 870°C и, если его извлечь в это время из формы, то это приведет к повышению твердости.

После пребывания в форме в течение 60 мин четыре детали уже пройдут полностью эвтектоидное превращение и только кривошип будет еще находиться в этой области.

В структуре всех отливок графит имел шаровидную форму, а относительная доля феррита и перлита являлась функцией скорости охлаждения отливки и коррелировала с твердостью. Так, например, металлическая основа быстро охлаждаемой тонкостенной ручки тормоза была почти полностью перлитная с НВ = 255, в то время как толстостенная отливка кривошип имела преимущественно ферритную матрицу с твердостью 179НВ.

УДК 621.745

Вакуумно-плёночная технология изготовления крупных отливок

Студенты гр. 104311 Шут Е.А., Кравчук А.Е.

Научный руководитель Кукуй Д.М.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Вакуумно-пленочная формовка является относительно «молодым» методом формообразования. Сегодня применение этого метода постоянно расширяется, особенно при изготов-

лении крупных ответственных отливок из различных сплавов, в том числе чугуна и стали небольшими и средними сериями. В последнее десятилетие V-процесс признан эффективным процессом формовки для тонкостенных крупногабаритных отливок типа чугунных ванн (толщина стенки 4 мм); сложных развернутых плит станков; стальных отливок для железной дороги "рама боковая" и «балка наддресорная»; вентиляей и задвижек из чугуна и стали для нефтяной и газовой промышленности, стрелок и крестовин для рельсовых путей, задних мостов грузовиков и тракторов, литых опок и многих других отливок с минимальным отношением металл\форма, в мелкосерийном и серийном производствах.

Важные моменты:

1) разница внешнего и внутреннего давления на форме обеспечивает необходимую жесткость и прочность изделия, а также точное соответствие изделия выпуклостям и полостям формы;

2) при подсоединении вакуумного насоса, труба для откачки воздуха, оборудованная специальным фильтром, должна устанавливаться в соответствующее место верхней и нижней опоки еще до начала заполнения их песком, но после помещения туда модели и литейных стержней, а также после накладки на опоки пленок для уплотнения заполнителя.

Одной из разновидностей V-процесса является получение отливок в вакуумируемые формы по газифицируемым (выжигаемым) моделям. Это позволяет изготавливать отливки сложной конфигурации, без ограничений по высоте и в одной опоке – вакуумируемом ящике.

Технология вакуумно-пленочной формовки (ВПФ) имеет следующие преимущества:

- самая низкая себестоимость отливок, на 25...30% дешевле отливок, полученных в песчаной форме, и в разы дешевле аналогичных отливок в формах из ХТС;
- нет традиционной системы смесеприготовления, достаточно транспортных операций с сухим песком (иногда только обеспыливание и охлаждение песка);
- превосходное качество поверхности отливок без доводок;
- долгий срок службы моделей, низкий износ моделей, изготовленных обычно из пластмассы или дерева; нет контакта модели с песком (только с пленкой, что исключает износ);
- минимальный расход заливаемых материалов, меньше прибыли и т.д.;
- форма обеспечивает минимальную температуру заливки металла за счет высокой заполняемости и теплоемкости;
- V-процесс соответствует всем не только самым современным, но и самым перспективным экологическим требованиям.

Однако, основным недостатком данной технологии является ее энергоемкость на этапе формообразования, когда основная доля потребления электроэнергии приходится на вакуумные насосы. В практике изготовления литейных форм методом ВПФ, нередки случаи преждевременного их разрушения, как на этапе формообразования, так и на этапе заливки форм расплавом.

В отличие от отливок, изготавливаемых по традиционным технологиям, при V-процессе можно, по крайней мере, частично отказаться от уклона модели. Благодаря реверсивному переключению вакуума в процессе производства песчаных форм, например при отрыве полужформы от модели, между моделью и пленкой практически не возникает сопротивления трения; таким образом, модель легко извлекается и при уклоне формы 0°.

Чистота поверхности вакуумных отливок настолько высока, что применяемая в обычных случаях для удаления остатков формовочных материалов струйная обработка может даже оказать негативное воздействие, т.к. после такой обработки отливка будет иметь более шероховатую поверхность, чем сразу после выбивки.

Подкорковый слой вакуумной отливки также обладает примечательными качествами. Пригара в привычном понимании не возникает, т.к., с одной стороны, полная покраска формы предотвращает реакцию между металлом и формовочным материалом, а с другой сторо-

ны, эффект термоудара в сухом формовочном материале существенно ниже, чем при литье в сырую форму.

V-процесс предлагает множество возможностей сэкономить материал и таким образом удовлетворить требованиям, предъявляемым к тонкостенному литью. Жесткие рамки допуска разрешают соответствующее уменьшение толщины стенки несущего поперечного сечения. Далее, по сравнению с другими способами формовки, например, с песчано-глинистой формовкой, благодаря нанесению на пленку слоя краски, заполняемость формы металлом улучшается на 30%, что, помимо прочего, обусловлено тем, что во время процесса заливки при помощи вакуумной системы из формы удаляется как воздух, так и литейные газы.