УДК 621.744.3

А.З. Исагулов, В.Ю. Куликов, Е.П. Щербакова,
Т.В. Ковалева, Д.А. Исагулова

Карагандинский государственный технический университет

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНОГО ПРОЦЕССА НА КАЧЕСТВО ФОРМЫ И ОТЛИВОК

Аннотация. Рассмотрено влияние параметров импульсного процесса на качество формы и отливок. Приведены результаты исследований влияния давления над смесью на прочность формы и на давление на поверхность модели. Построена математическая поверхность отклика для прочности формы в зависимости от геометрического критерия модельно-опочной оснастки и давления в ресивере при оценке параметров формы без дополнительного экспериментального исследования.

Ключевые слова: импульсный процесс, качество формы и отливок, математическая поверхность отклика.

THE INFLUENCE OF PULSE PARAMETERS ON THE QUALITY OF THE PROCESS AND THE FORM OF CASTINGS

Abstract. The article examines the impact of parameters of impulse process on the quality of form and the castings. The results of study of the pressure effect over a mixture on the form durability and pressure on the model surface are given. A mathematical yield surface for the form durability depending on hermetic criterion of model-flask accessory and pressure in the receiver in estimating the form parameters without an additional experimental investigation is constructed.

Keywords: pulsed process, the quality of form and the castings, mathematical surface response.

В последнее время интерес вызывают случаи возникновения в технических установках ударных волн. Их порождают импульсные нагрузки (большие ускорения и резкие торможения) различной величины и природы, эффективно работающие во многих технологических процессах. Рассмотрим использование импульсных технологий в литейном производстве.

Целью настоящей работы является исследование свойств литейных форм при импульсном нагружении.

Как известно, при воздушно-импульсном процессе клапан, находящийся в импульсной головке, быстро открывается, сжатый воздух, истекающий из ресивера, создает волну давления, вертикально ударяющую по всему объему формы и придающую ускорение формовочной смеси. При этом обеспечивается высокая степень уплотнения не только в зоне модели и модельной плиты, как при встряхивании с допрессовкой, но и на вертикальных стенках формы, благодаря горизонтальной составляющей давления.

Одним из преимуществ является отсутствие переуплотнения контрлада, которое при прессовании гладкой прессовой плитой приводит к снижению газопроницаемости смеси и образованию дефектов (наростов в отливках, упругой деформации смеси и т.п.).

В проведенных исследованиях прочность формы измерялась электронным прибором для контроля уплотнения формы типа PVP, а давление p_w на поверхность модели месдозой типа PMR фирмы «GF» (Швейцария). Эти методы измерений подвержены жестким условиям в литейном производстве, но, несмотря на это, обеспечивают достаточную чувствительность.

В качестве объекта исследования были использованы две смеси: смесь *1* (100 % кварцевого песка, 8 % бентонита активированного, $\sigma_{сж}$ = 0,15 МПа, газопроницаемость K = 175 ед., уплотняемость VD = 40 %); смесь *2* (100 % кварцевого песка, 11 % бентонита, 4,5 % гранулированного угля, 1,5 % крахмалита, 2 % каменноугольного порошка (IKON), $\sigma_{сж}$ = 0,24 МПа, K = 75 ед., VD = 40 %) [1]. Исследования проводились на воздушно-импульсной машине фирмы «GF».

Установлено, что при воздушном низкоимпульсном нагружении (ВИФ) отношение давлений p_k в импульсной головке к p_v над формовочной смесью равно 1,3, а при газовой импульсной формовке (ГИФ) – $p_k \approx p_v$. Это говорит о том, что при ВИФ наблюдается потеря давления в процессе уплотнения, тогда как при ГИФ вся энергия уходит на уплотнение формовочной смеси [2].

С увеличением вторичного давления p_v возрастает соответственно прочность формы и давление p_w. Каждая песчинка смеси захватывается волной давления при воздушном импульсе и передает полученную энергию ускорения на расположенные ниже песчинки вплоть до модели. Максимальное уплотнение достигается вблизи модели. При ГИФ-процессе показатели σ_D формы выше, чем при воздушном импульсе, так как давление над смесью создается в два раза больше.

Для более точного определения прочности по высоте формы использовали металлическую опоку размерами 800×600×200 мм и тефлоновую трубу с наружным диам. 190 мм и с прорезью по высоте. Внутри трубы устанавливались модели. Основная опока имеет размер 600×450×800 мм. Металлическая опока удерживается в

основном за счет хорошо уплотненной смеси. Для быстрого извлечения уплотненной формы и измерения ее прочности по высоте в зазор (6 мм) между тефлоновой трубой и металлической опокой засыпали кварцевый песок.

Экспериментально установлено, что формы высотой 380 мм, изготовленные при воздушном низкоимпульсном нагружении, имели трещины в узких карманах. Для устранения этого недостатка во время уплотнения со стороны стенки опоки на уровне модели подавался сжатый воздух под давлением 30 – 40 кПа. По результатам исследований была построена математическая поверхность отклика (рис. 1) для определения прочности формы в зависимости от геометрического критерия h/b (h – высота модели, b – ширина кармана формы) модельно-опочной оснастки и давления $p_м$ в ресивере при оценке параметров формы без дополнительного экспериментального исследования. Математическая поверхность отклика позволяет определить взаимодействие скорости нагружения, отношение масс и геометрического критерия модельно-опочной оснастки при оценке параметров формы. При воздушно-импульсной формовке лучше уплотнять формы при использовании высоких моделей.

На рис. 2 представлен график изменения прочности σ_D смеси по высоте $H_ф$ опоки. Как видно из графика, без применения вдува воздуха (штриховые линии) в околомодельные области формы, происходит резкое снижение прочности смеси в нижних слоях. Сплошные линии показывают влияние вдува воздуха под давлением 0,08 – 0,1 МПа с целью снижения трения в кармане формы в процессе уплотнения. Уменьшение прочности на расстоянии 1/3 от лада формы приводит (штриховые линии) к обрыву болвана.

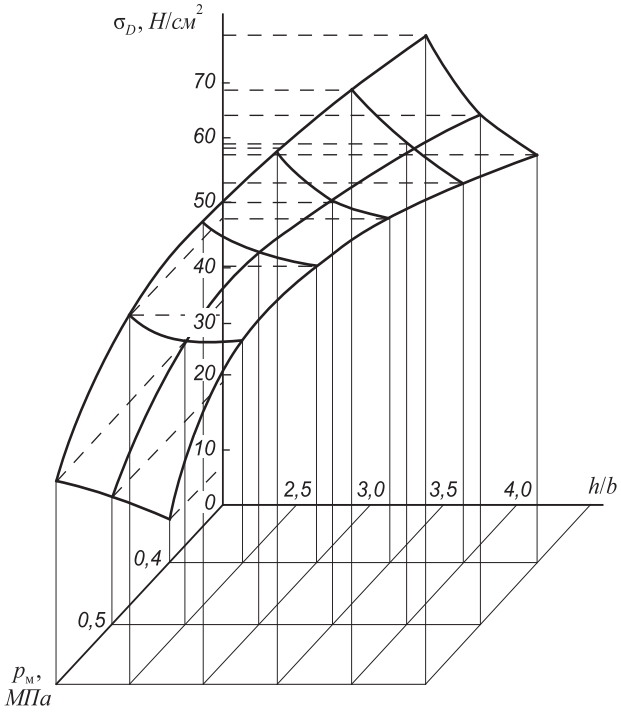

Рис. 1. Математическая поверхность отклика параметров прочности формы σ_D от давления в импульсной головке $p_м$ и от геометрического критерия h/b

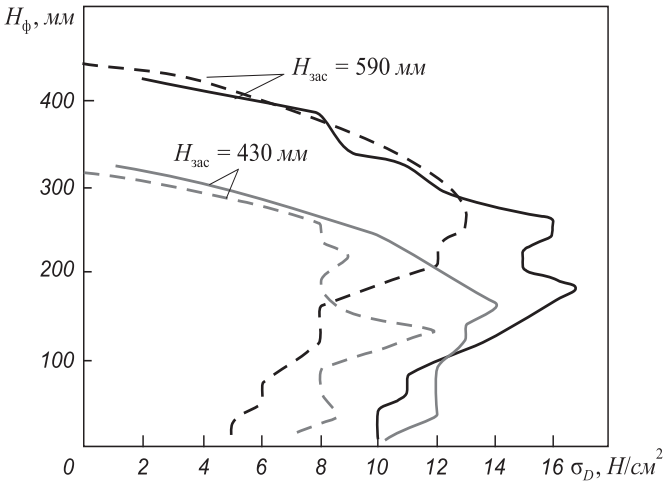

Рис. 2. Изменение прочности по высоте формы ($H_{зас}$ – высота засыпки смеси перед уплотнением; p_k = 0,53 МПа; уплотненность смеси *2* – 40 %)

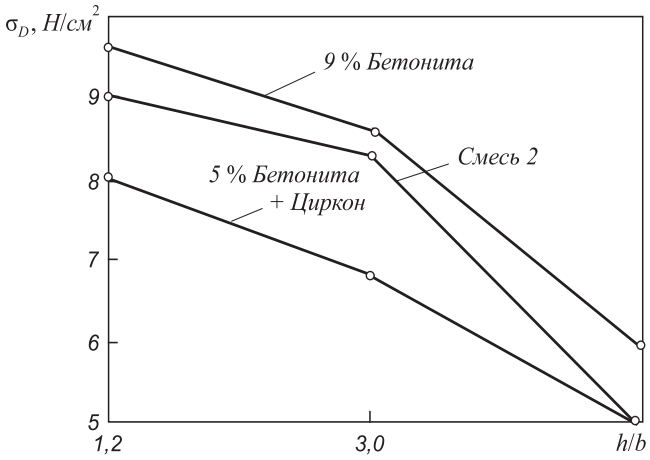

Рис. 3. Зависимость прочности смеси от параметра h/b (p_k = 0,53 МПа; $H_{зас}$ = 430 мм)

Большую роль при воздушно-импульсном процессе играет отношение высоты модели к ширине кармана формы (рис. 3).

Прочность измерялась в узком кармане формы. Лучше уплотняется смесь на основе 9 % бентонита и 100 % кварцевого песка. Величина ускорения смеси определяет эффективное давление, а оно в свою очередь свойства формы. В последней возникает градиент давления, который в направлении тыльной стороны определяет низкие свойства, а в модели – высокие.

Выводы. Проведенные исследования показали, что при газоимпульсной формовке вся энергия уходит на уплотнение формовочной смеси. Таким способом целесообразно уплотнять формы больших габаритов. Воздушно-импульсной формовкой лучше уплотнять формы при использовании высоких моделей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исагулов А.З., Кузембаев С.Б., Ахметова С.С. – В кн.: Математическое моделирование импульсного нагружения дисперсных сред. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2006. С. 12 – 14.
2. Матвеенко И.В., Бельчук В.С. // Литейное производство. 2006. № 8. С. 12, 13.

© 2013 г. *А.З. Исагулов, В.Ю. Куликов, Е.П. Щербакова, Т.В. Ковалева, Д.А. Исагулова*
Поступила 2 марта 2012 г.

УДК 621.771

В.Н. Перетятько, А.С. Климов, М.В. Филиппова

Сибирский государственный индустриальный университет

КАЛИБРОВКА ВАЛКОВ ШАРОПРОКАТНОГО СТАНА. СООБЩЕНИЕ 1

Аннотация. При прокатке шаров на шаропрокатном стане деформация металла производится в валках с винтовыми калибрами. Ввиду такого характера прокатки очаг деформации можно разделить на формирующий участок, где происходит захват заготовки, ее обжатие и формирование шара, и отделочный участок, где происходит обкатка шара, получение конечных размеров и удаление перемычки. Для нормального процесса прокатки осуществляется калибровка формующего участка прокатных валков. В работе приведен расчет калибровки валков для прокатки шаровой заготовки. Расчет выполнен для прокатки шара диам. 125 мм. Приведены исходные данные для калибровки шаропрокатного стана.

Ключевые слова: шаропрокатный стан, калибровка, прокатные валки, деформация, процесс прокатки.

CALIBRATING ROLL OF THE BALL-ROLLING MILS. PART 1

Abstract. During the rolling of balls on ball-rolling mill deformation of the metal is in the rolls with screw gauges. In view of such a character of the rolling of deformation is concerned, and can be divided into the forming section, where the rolls bite the billet and reduce it gradually into the ball shape, and the finishing section, where the ball is rolled to the final size and severed from the rest of the billet. A normal process of rolling is provided for by designing the forming section of the pass groove. In the article outcomes the calculation of roll pass designed for rolling of balls. The calculation outcomes for roiling of balls 125 mm. The article provides the initial data for roll pass design of a ball mill.

Keywords: ball mill, roll pass, deformation, process of rolling.

Поперечно-винтовая прокатка шаровых заготовок осуществляется между двумя вращающимися валками, на бочках которых нарезаны винтовые калибры. Профиль и размеры калибра соответствуют профилю прокатываемого изделия. Оси прокатных валков обычно наклонены под небольшим углом к оси прокатываемой заготовки, за счет чего обеспечивается осевая подача металла в валках.

Передний конец нагретого прутка задается во вращающиеся валки прокатного стана. При этом заготовка начинает вращаться и одновременно продвигаться по оси прокатки. В валках вращающаяся заготовка обжимается ребордами калибра и приобретает форму шара, соединенного перемычкой с остальной заготовкой. При дальнейшем продвижении в валках шар калибруется и полностью отделяется от прутка. Для удержания обжимаемой заготовки на оси прокатки служат проводки. При однозаходной калибровке за каждый оборот валков прокатывается один шар.

Очаг деформации при прокатке шаров имеет два основных участка [1]: формирующий, где заготовка обжимается с изменением формы и размеров винтовой реборды; отделочный, где форма и размеры реборды остаются неизменными, а обжатие осуществляется за счет овализации заготовки.

Формовка шара осуществляется ребордами валков, высота которых постепенно возрастает. Для упрощения расчета калибровки и изготовления валков принято, что высота реборды калибра изменяется по закону прямой линии.

Для нормального процесса прокатки профиль и размеры формирующего участка калибра рассчитываются таким образом, чтобы в процессе обжатия заготовки соблюдались следующие три основных положения [2]:

- объем металла, обжимаемый в калибре, должен оставаться постоянным в течение всего процесса формовки;
- изменение профиля и размеров реборды калибра должно соответствовать вытяжке обжимаемой заготовки;
- обжатие должно осуществляться относительно узкими участками, чтобы предотвратить разрыхление металла по оси заготовки.

Соблюдение указанных условий обеспечивает прокатку шаров правильной геометрической формы при минимальном расходе энергии на деформацию. Однако практически при проектировании и изготовлении калибровочных валков неизбежны отступления от этих условий в пределах, существенно не нарушающих нормальное течение процесса прокатки.