

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЬНОЙ ПЛИТЫ С ФУНКЦИЕЙ НАПОЛНИТЕЛЬНОЙ РАМКИ ДЛЯ ДВУХСТОРОННЕГО ПРЕССОВАНИЯ

Гулько И. И., Порохня С. В., Марценюк Е. В.

Работа посвящена определению влияния двухстороннего прессования на равномерность и степень уплотнения формовочной смеси в литейной форме. Результаты исследования подтвердили, что при двухстороннем прессовании наблюдается более равномерное распределение плотности формовочной смеси по высоте полуформы. Это позволило создать новую модельную плиту более сложной конструкции, являющуюся в то же время наполнительной рамкой для смеси при нижнем прессовании. Появилась возможность создать новую схему формовочной машины, выполняющей верхнее прессование, по известной схеме, за счет прессового цилиндра, а нижнее прессование за счет измененного объекта «модельная плита – наполнительная рамка», при этом верхнее и нижнее прессование идут одновременно.

Робота присвячена визначенню впливу двостороннього пресування на рівномірність і ступінь ущільнення формувальної суміші в ливарній формі. Результати досліджень підтвердили, що при двосторонньому пресуванні спостерігається більш рівномірний розподіл щільності формувальної суміші по висоті напівформи. Це дозволило створити нову модельну плиту більш складної конструкції, що є в той же час наповнювальною рамкою для суміші при нижньому пресуванні. З'явилася можливість створити нову схему формувальної машини, що виконує верхнє пресування, за відомою схемою, за рахунок пресового циліндра, а нижнє пресування за рахунок зміненого об'єкта «модельна плита – наповнювальна рамка», при цьому верхнє і нижнє пресування йдуть одночасно.

The work is devoted to determine the effect of double-sided pressing on the uniformity and degree of compaction of molding sand into the mold. The study results confirmed that the double-sided pressing, gives more uniform distribution of the sand mixture along the height of semi-mold. This allowed us to create a new pattern plate of more complex design, which at the same time is the frame for filling the mixture at lower compaction. Now you can create a new scheme for the molding machine that performs the upper pressing, according to a well-known scheme, by pressing cylinder, while the lower compression due to the changed object «model plate – filling frame», in this case the upper and lower pressing go simultaneously.

Гулько И. И.

канд. техн. наук, доц. кафедры ТОЛП ДГМА
tolp@dgma.donetsk.ua

Порохня С. В.

ст. преп. кафедры ТОЛП ДГМА

Марценюк Е. В.

студент ДГМА

УДК 621.777

Гулько И. И., Порохня С. В., Марценюк Е. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЬНОЙ ПЛИТЫ С ФУНКЦИЕЙ НАПОЛНИТЕЛЬНОЙ РАМКИ ДЛЯ ДВУХСТОРОННЕГО ПРЕССОВАНИЯ

Стальное и чугунное литье в песчано-глинистые формы является в Украине наиболее распространенным способом литья. Это связано с простотой и экологичностью процесса, дешевизной материалов для изготовления форм. Известно, что во всех видах литья, где используют песчаные формовочные материалы или формовочные смеси, могут возникать дефекты отливок из-за слабого уплотнения формы [1–4]. Недостаточная плотность рабочей поверхности полости формы вызывает: пригар, повышенную шероховатость, засоры, прорыв, размыв, песчаные раковины и так далее. Чрезмерная плотность влечет за собой такие дефекты: ужимины, складчатость, горячие трещины, газовые раковины, просечки, газовую шероховатость. Следовательно, получение равномерного уплотнения при прессовании является актуальной проблемой.

Целью работы является определение влияния двухстороннего прессования на равномерность и степень уплотнения литейной формы, изменение оснастки для осуществления двухстороннего прессования, создание новой схемы формовочной машины для двухстороннего прессования.

Рассмотрим известную теорию поведения смеси при прессовании. На первой стадии прессования под воздействием внешней силы происходит структурное уплотнение дисперсного слоя в результате смещения частиц относительно друг друга и заполнения ими пустот в объеме слоя. На второй стадии прессования после укладки частиц, уплотнение слоя происходит в результате деформации частиц. При повышении нагрузки в точках контакта частиц возникают деформации, распространяющиеся по всему объему формы. Напряжения вначале не превышают предела упругости, а с увеличением усилия, достигают предел текучести. При этом имеет место относительное скольжение частиц друг по другу и по стенке опоки. В этом случае часть энергии прессования расходуется на преодоление внутреннего и внешнего трения. На этой стадии прессования упругопластическая деформация частиц определяет основные энергетические затраты процесса [5]. Следовательно, на второй стадии прессования образуется прочная пористая оболочка. В результате плотность смеси можно определить по известной формуле [6]:

$$\rho = \rho_{\text{пр}} - \left(\frac{k_0}{\alpha}\right) \cdot e^{-\alpha \cdot P}, \tag{1}$$

где ρ – плотность смеси, кг/м³; $\rho_{\text{пр}}$ – предельная плотность сплошного тела, кг/м³; $k = \frac{d\rho}{dP}$ – коэффициент прессования; α – коэффициент потери сжимаемости; k_0 – начальное значение коэффициента прессования; P – давление на смесь, кг/см².

С целью экспериментального определения констант прессования для конкретного сыпучего материала следует использовать метод трех прессований [7], проводимый при давлениях P_1, P_2, P_3 .

Причем:

$$P_2 - P_1 = P_3 - P_2 = \Delta P.$$

Поскольку каждому из указанных давлений соответствует плотность ρ_1, ρ_2, ρ_3 , из формулы (1) следует:

$$\alpha \cdot (P_2 - P_1) = \ln \frac{\rho_{np} - \rho_1}{\rho_{np} - \rho_2}; \tag{2}$$

$$\alpha \cdot (P_3 - P_1) = \ln \frac{\rho_{np} - \rho_1}{\rho_{np} - \rho_3}.$$

После преобразования принимаем:

$$\frac{P_2 - P_1}{P_3 - P_1} = 0,5. \tag{3}$$

Предельная плотность образца будет:

$$\rho_{np} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_3 - \rho_2^2}{\rho_1 + \rho_3 - 2 \cdot \rho_2}. \tag{4}$$

Другие константы определяются из следующих выражений:

$$\alpha = \frac{2,03 \cdot \lg \frac{(\rho_{np} - \rho_1)}{(\rho_{np} - \rho_2)}}{P_2 - P_1}; \tag{5}$$

$$\lg \frac{k_0}{\alpha} = \frac{\alpha \cdot P_1}{2,303} + \lg(\rho_{np} - \rho_1). \tag{6}$$

Зная усилие прессования:

$$P = -\frac{1}{\alpha} \cdot \ln \cdot \left(\frac{\alpha}{k_0} (\rho_{np} - \rho) \right); \tag{7}$$

$$P = -\frac{1}{\alpha} \cdot \ln \cdot \left[\frac{\alpha}{k_0} \left(\frac{m}{F \cdot (H - L)} \right) - \rho \right], \tag{8}$$

где H – начальная высота заполнения матрицы (формы), мм; L – расстояние, пройденное поршнем при прессовании образца, мм.

После соответствующих преобразований получим:

$$\rho = \rho_{np} - \left(\frac{k_0}{\alpha} \right) \cdot e^{-\alpha \cdot P} = \frac{m}{h \cdot F} - \left(\frac{k_0}{\alpha} \right) \cdot e^{-\alpha \cdot P}, \tag{9}$$

где h – высота прессуемого образца, мм; m – масса образца, кг; F – площадь прессующего органа, мм².

Формула (9) позволяет рассчитать плотность формовочной смеси литейной формы ρ при различных ее высотах h . Расчетные значения (для определения плотности литейной формы ρ при различных ее высотах h) вводим в пакет. По результатам строим графики зависимости плотности литейной полуформы от ее высоты при разных способах прессования (рис. 1, рис. 2).

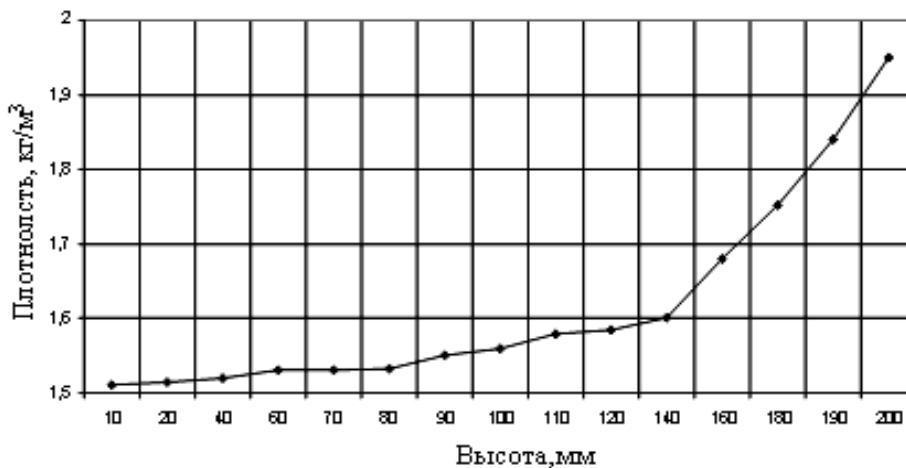


Рис. 1. Зависимость плотности формовочной смеси полуформы от ее высоты при верхнем прессовании

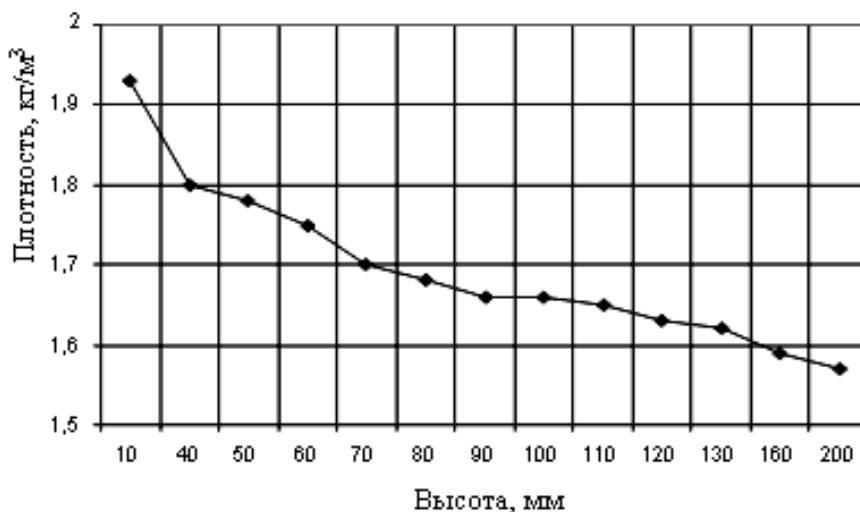


Рис. 2. Зависимость плотности формовочной смеси полуформы от ее высоты при нижнем прессовании

Из рис. 1 видно, что при верхнем прессовании уплотнение полуформы неравномерное. Наибольшее уплотнение смеси происходит около прессовой колодки, наименьшее – у плоскости разъема и у модели. Рис. 2 показывает, что при нижнем прессовании уплотнение полуформы также неравномерное. Наибольшее уплотнение смеси наблюдается около модельной плиты и модели.

Таким образом, при верхнем и нижнем прессованиях наблюдается неравномерность уплотнения смеси по высоте формы. Следовательно, для получения более равномерной плотности по высоте формы необходимо уплотнять форму двухсторонним прессованием.

Путем совмещения графиков рис. 1 и рис. 2 строим график зависимости плотности литейной формы от ее высоты при двухстороннем прессовании (рис. 3).

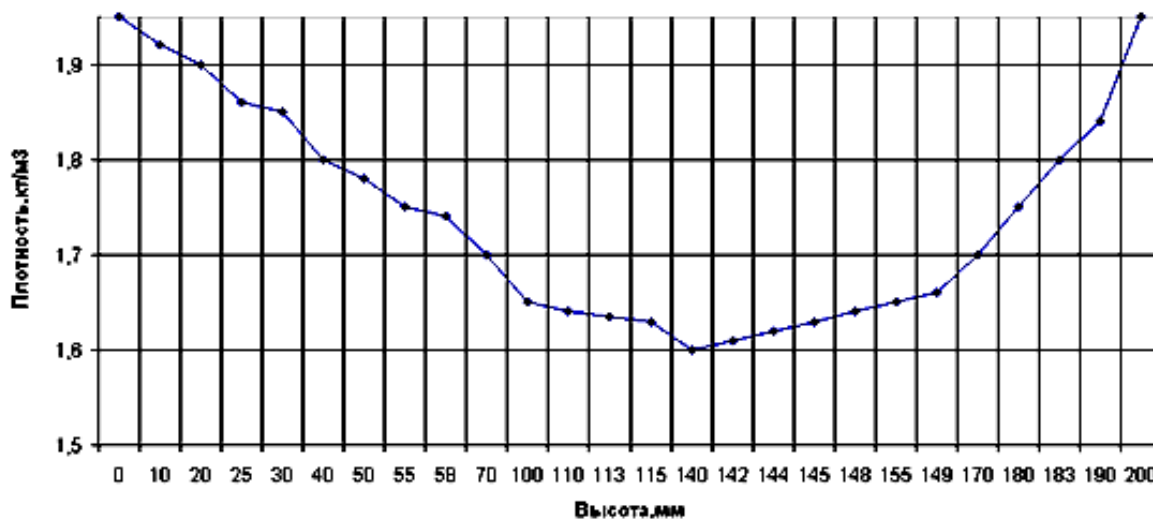


Рис. 3. Зависимость плотности формовочной смеси полуформы от ее высоты при двухстороннем прессовании

Анализ графиков зависимости плотности формовочной смеси литейной формы от ее высоты при верхнем, нижнем и двустороннем прессованиях показывает, что плотность формы более равномерная по всей высоте опоки при двустороннем прессовании.

Для осуществления двухстороннего прессования оснастка, а точнее модельная плита, претерпела изменения. Рассмотрим конструкцию и принцип работы модельной плиты для двухстороннего прессования. Ниже приведена схема новой модельной плиты для двустороннего прессования рис. 4, рис. 5.

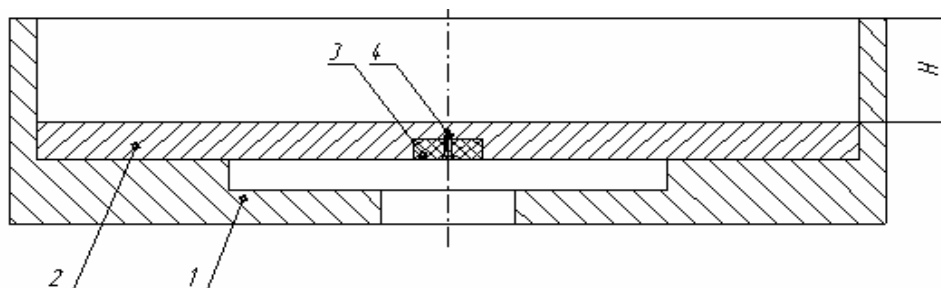


Рис. 4. Схема модельной плиты для двухстороннего прессования:
1 – основная модельная плита; 2 – модельная плита; 3 – магнит; 4 – болт

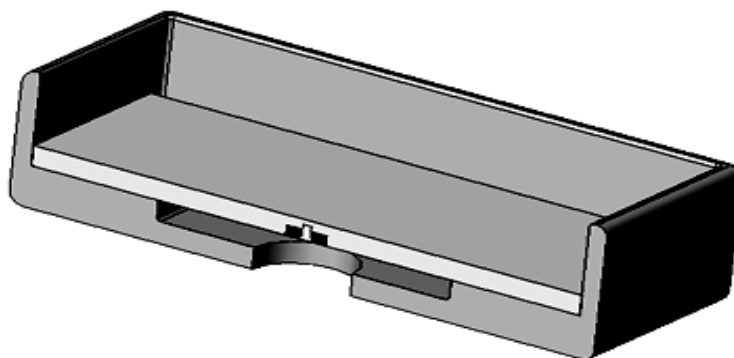


Рис. 5. Модельная плита для двухстороннего прессования в изометрии

Модельная плита для двустороннего прессования состоит из корпуса 1 для модельной плиты, собственно плиты 2 для модели, в которую встроен магнит 3. Корпус модельной плиты служит еще и наполнительной рамкой определенной высоты Н, в которую засыпается смесь для нижнего прессования. В днище корпуса 1 модельной плиты имеется отверстие для штока прессового цилиндра (той его части, которая работает во время нижнего прессования). Прессование происходит следующим образом (рис. 6): шток гидроцилиндра 6 поднимает рабочий стол 5 (с установленной на нем оснасткой).

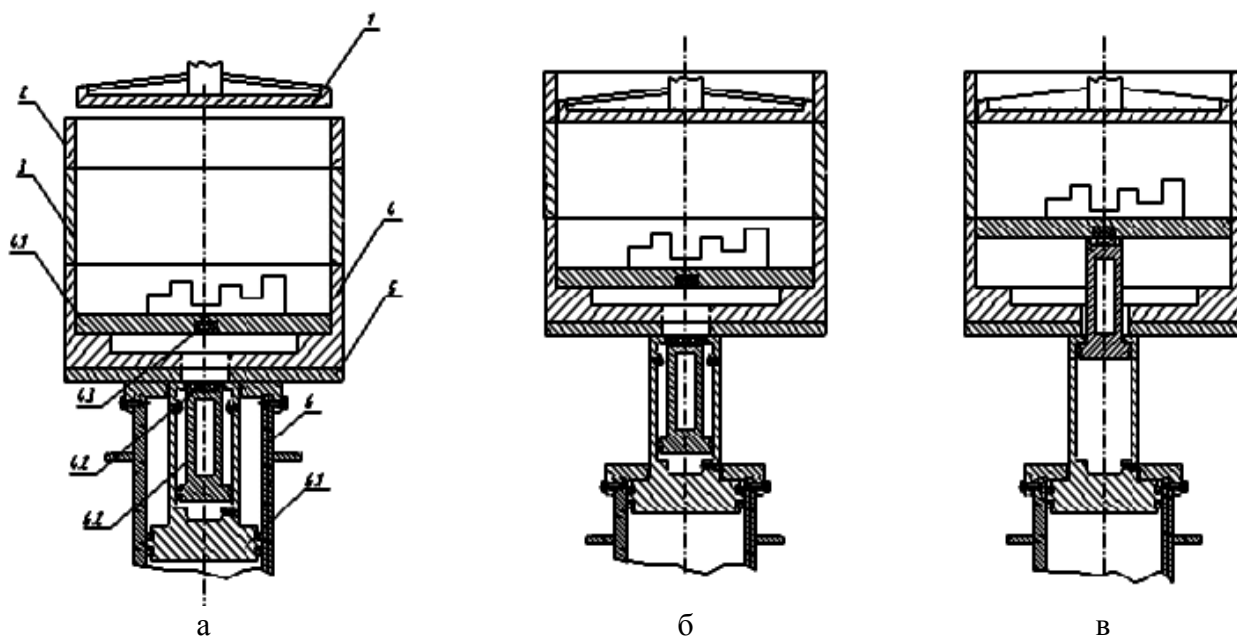


Рис. 6. Схема двустороннего прессования:

а – исходное положение; б – верхнее прессование; в – нижнее прессование; 1 – прессовая колодка; 2 – наполнительная рамка; 3 – опока; 4 – корпус модельной плиты; 4.1 – модельная плита; 4.2, 4.3 – магниты; 5 – рабочий стол; 6 – гидроцилиндр; 6.1 – шток гидроцилиндра; 6.2 – малый шток гидроцилиндра

Прессовая колодка 1 выдавливает смесь из наполнительной рамки 2 в опоку 3 – верхнее прессование (рис. 6, а, б). Малый шток 6.1 гидроцилиндра 6 проходит через отверстие в днище корпуса модельной плиты 4 и упирается в модельную плиту 4.1, поднимая ее вверх. Смесь из нижней наполнительной рамки перемещается в опоку 3 – происходит нижнее прессование. По окончании прессования модельная плита 4.1 опускается в исходное положение благодаря установленному внутри плиты магниту 4.2. На внутреннем штоке цилиндра установлен магнит 4.3. Поэтому при соприкосновении штока и плиты они сцепляются и шток, опускаясь в исходное положение, тянет модельную плиту за собой вниз (рис. 6, в).

В результате проделанной работы создана принципиально новая модельная плита для двустороннего прессования. На конструкцию модельной плиты получено положительное решение на изобретение.

Предлагается схема формовочной двухпозиционной машины, на которой можно выполнить одновременно верхнее и нижнее прессование, представлена на рис. 7. На первой позиции машины проводится сборка и засыпка оснастки; на второй – позиция – двустороннее прессование. По рольгангу 2 на первую позицию подается наполнительная рамка. Манипулятор 4 захватывает наполнительную рамку и поднимает ее вверх. В это время на место наполнительной рамки приходит по рольгангу опока. Манипулятор опускает наполнительную рамку на опоку и поднимает их вместе собранными вверх.

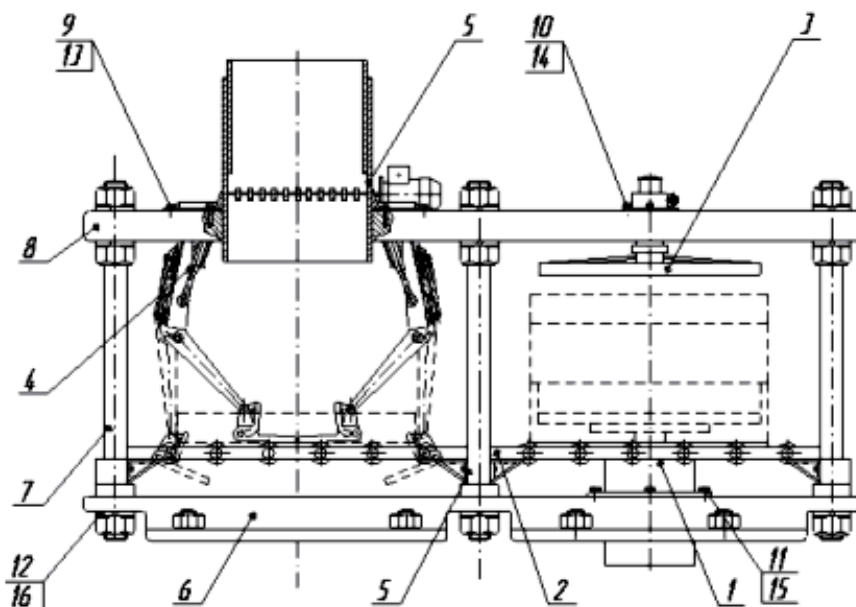


Рис. 7. Схема формовочной машины с двухсторонним прессованием:

1 – гидроцилиндр; 2 – ролик; 3 – прессовая колодка; 4 – манипулятор; 5 – дозатор; 6 – станина; 7 – колонны; 8 – траверса; 9, 10, 11, 12 – шайба; 13, 14, 15 – болт; 16 – гайка

По роликуну подается модельная плита с моделью, манипулятор опускает наполнительную рамку и опоку на модельную плиту. Собранный оснастка засыпается формовочной смесью из дозатора 5, установленного на траверсе 8. Дозатор работает по типу «жалюзи». Собранный и засыпанный оснастка перемещается по роликуну на позицию уплотнения. Гидроцилиндр 1 поднимает оснастку и прижимает ее к прессовой колодке 3. Происходит верхнее прессование. В тот момент, когда практически вся смесь из наполнительной рамки перейдет в опоку малый плунжер гидроцилиндра поднимается и перемещает внутреннюю модельную плиту вверх. Смесь перетекает из нижней наполнительной рамки в опоку, то есть происходит двухстороннее прессование.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований возможности использования модельной плиты с функцией наполнительной рамки подтвердили, что при двухстороннем прессовании наблюдается равномерное распределение плотности формовочной смеси по высоте полуформы. Это привело к появлению новой схемы формовочной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самарский В. П. Выбор критерия оптимизации. Степень уплотнения песчаных форм – как критерий риска образования дефектов отливок / В. П. Самарский // *Литейное производство*. – 2009. – № 1. – С. 38–40.
2. Авдокушин В. П. Совершенствование методов контроля свойств формовочных смесей / В. П. Авдокушин // *В помощь лектору и специалисту. РДЭНТП «Повышение качества продукции»*. – Киев : Общество «Знание» УССР, 1987. – 20 с.
3. Аксенов И. Н. Оборудование литейных цехов / И. Н. Аксенов. – М. : Машиностроение, 1977. – 510 с.
4. Зайгеров И. Б. Оборудование литейных цехов / И. Б. Зайгеров. – М. : Машиностроение, 1982. – 500 с.
5. Матвиенко И. В. Оборудование литейных цехов / И. В. Матвиенко, В. Л. Тарский. – М. : 1985. – С. 22–34.
6. Исагулов А. З. Управление свойствами дисперсных материалов / А. З. Исагулов // *Ползуновский альманах*. – 2007. – № 1. – С. 72–76.
7. Максимов Е. В. Механизм уплотнения слоя дисперсных частиц и особенности взаимодействия теплоносителя с ними / Е. В. Максимов, В. Ю. Куликов, А. З. Исагулов // *Труды КарГТУ*. – Караганда, 2004. – № 4. – С. 422–429.