

Міністерство освіти  
і науки України



Асоціація ливарників  
України

Донбаська державна  
машинобудівна академія



Фізико-технологічний  
інститут металів і сплавів  
НАН України

ПрАТ «Новокраматорський  
машинобудівний завод»



ПАТ «Енергомашспецсталь»



ТОВ «Укрфаворіт»

# ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МАТЕРІАЛИ Й ОБЛАДНАННЯ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

**МАТЕРІАЛИ**  
**VII Міжнародної**  
**науково-технічної конференції**  
**15 – 18 жовтня 2019 року**

**Присвячено**  
**85-річчю ПрАТ «НКМЗ» і 55-річчю ПАТ «ЕМСС»**



**Краматорськ**  
**ДДМА**  
**2019**

**Міністерство освіти і науки України  
Асоціація ливарників України  
Донбаська державна машинобудівна академія  
Фізико-технологічний інститут металів і сплавів НАН України  
ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»  
ПАТ «Енергомашспецсталь»  
ТОВ «Укрфаворіт»**

**ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МАТЕРІАЛИ  
Й ОБЛАДНАННЯ В ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**МАТЕРІАЛИ  
VII Міжнародної  
науково-технічної конференції  
15–18 жовтня 2019 року**

**Краматорськ  
ДДМА  
2019**

**УДК 621.74(06)**

**ББК 34.61**

**П 27**

Рекомендовано до друку вченою радою  
Донбаської державної машинобудівної академії  
Протокол № 2 від 26.09.2019

**Рецензенти:**

*Хричіков В. Є.*, д-р техн. наук, проф., зав. каф. ливарного виробництва  
Національної металургійної академії України (м. Дніпро);

*Луньов В. В.*, д-р техн. наук, проф., директор фізико-технічного інститу-  
ту, зав. каф. машин і технології ливарного виробництва Запорізького націона-  
льного технічного університету (м. Запоріжжя).

*Відповідальність за достовірність інформації, представленої  
в збірнику, несуть автори.*

Перспективні технології, матеріали й обладнання в ливарному výro-  
П 27 бництві : матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції,  
15–18 жовтня 2019 р. / під заг. ред. А. М. Фесенка, М. А. Турчаніна. –  
Краматорськ : ДДМА, 2019. – 240 с.

ISBN 978-966-379-903-2.

У збірнику подано матеріали, що висвітлюють актуальні проблеми ливарного виробниц-  
тва: розробки прогресивних ресурсозберігальних технологій одержання литих виробів із різ-  
них металів і сплавів у разових ливарних формах і спеціальними способами лиття, фізико-  
хімічних основ металів і сплавів, теорії кристалізації та затвердіння виливків, розроблення  
й використання перспективних формувальних матеріалів і сумішей, сучасних технологій ви-  
готовлення ливарних форм і стрижнів, моделювання, комп'ютерних інформаційних техноло-  
гій, автоматизації та механізації ливарних і споріднених процесів.

ISBN 978-966-379-903-2

**УДК 621.74(06)**

**ББК 34.61**

© ДДМА, 2019

<i>Шаркіна Н. О.</i> Термодинамічні властивості рідких сплавів систем Fe–Ni–O–Me–Si .....	220
<i>Швец М. В., Пономаренко О. И., Гримзин И. А., Зубишина А. В.</i> Применение соляных стержней в литейном производстве .....	222
<i>Шинский О. И., Дорошенко В. С.</i> Литейные роторно-конвейерные установки, разработанные ФТИМС НАН Украины.....	224
<i>Щерецький О. А., Каніболоцький Д. С., Верховлюк А. М.</i> Структура та механічні властивості силуміну АК15, армованого високомодульними мікрочастинками.....	226
<i>Щетинин С. В., Щетинина В. И., Коваль А. В., Никитенко П.В., Халед Элсаед.</i> Высокоскоростная наплавка на низкой погонной энергии бандажированных опорных валков .....	228
<i>Щетинин С. В., Щетинина В. И., Никитенко П.В., Халед Элсаед, Коваль А. В.</i> Магнитное дутье при сварке труб для газо- и нефтепроводных магистралей .....	229
<i>Щетинин С. В., Щетинина В. И., Никитенко П.В., Халед Элсаед, Коваль А. В.</i> Односторонняя высокоскоростная сварка труб для газо- и нефтепроводных магистралей .....	230
<i>Яковенко О. М., Казіміров В. П., Роїк О. С., Сокольський В. Е., Головата Н. В.</i> Вплив природи перехідного металу на структуру потрійних розплавів Al–Ge–Tm .....	231
<i>Яковишин О. А.</i> Стійкість сипкого наповнювача форми в умовах технології лиття за моделями, що газифікуються .....	232
<i>Ямшинський М. М., Федоров Г. Є.</i> Високотемпературне окиснення сплавів системи Fe–Cr–Al .....	234
<i>Ясюков В. В., Лысенко Т. В., Солоненко Л. И.</i> Управление теплоотводом при кристаллизации и затвердевании отливок в разовых формах.....	236
<i>Романенко О., Berlizeva T.</i> Mathematical modelling of properties of forming mixture using bischofite .....	238
<i>Zalivako O. V.</i> Vesuvius products for ingot casting .....	239

## УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛООТВОДОМ ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ЗАТВЕРДЕВАНИИ ОТЛИВОК В РАЗОВЫХ ФОРМАХ

Ясюков В. В., Лысенко Т. В., Солоненко Л. И. (г. Одесса, ОНПУ)

Скорость кристаллизации и охлаждения отливок является одним из основных факторов, определяющих качество литой детали. Наиболее высокие и стабильные по сечению свойства отливок обычно достигаются при получении однородной и мелкозернистой структуры. Эффективный способ изменения морфологии кристаллизующихся фаз – затвердевание в неравновесных условиях. Вне зависимости от того, через какие технологические параметры проявляет свое влияние на структуру фактор времени, лимитирующим звеном является продолжительность кристаллизации и затвердевания отливок. Чем быстрее протекает этот процесс, тем больше переохлаждение, с увеличением которого изменяется не только количество зародышей и, следовательно, дисперсность структуры, но и форма кристаллитов.

Разовые формы на основе кварцевого песка имеют несомненные преимущества, что объясняет их широкое применение: до 80% отливок из различных сплавов производится по этой технологии. В то же время низкая теплопроводность форм препятствует процессу теплоотвода от затвердевающей отливки через стенки формы в окружающую среду. Это приводит к формированию крупнокристаллической структуры, снижающей физико-механические свойства. Сюда же следует отнести декриптацию активность кварцевых песков, связанную с наличием газо-жидкостных включений, большое количество полиморфных превращений, при которых изменяются термодинамические свойства  $S_T$  (энтропия),  $\Delta H_T^\circ$  (теплота образования при данной температуре),  $\Delta F_T^\circ$  (стандартное изменение свободной энергии). Также разнятся теплопроводность и температуропроводность. Эти и другие факторы оказывают влияние на тепловые условия формирования отливок. Таким образом для достижения однородной и мелкозернистой структуры следует интенсифицировать теплообменные процессы в системе отливка – песчаная форма – окружающая среда, воздействовать на зародышеобразование и кинетические процессы кристаллизации расплавов.

Теплофизические свойства формовочных смесей с различными огнеупорными материалами значительно разнятся: например, коэффициент аккумуляции теплоты ( $\text{Вт}\cdot\text{с}^{1/2}/\text{м}^2\cdot\text{град}$ ) для кварца 1260, дистенсиллиманита – 1470, циркона – 1820, хромомagnesита – 2100, хромита – 2380. Используя тот или иной огнеупор, можно регулировать скорость охлаждения отливки в широких пределах.

На температуру рабочих поверхностей песчаных форм оказывают влияние противопопригарные покрытия, широко применяемые в технологии. Это создает тепловой барьер, снижает интенсивность теплоотвода и, как результат, мы получаем отливку без пригара с низкими физико-механическими

свойствами. Этот фактор следует учитывать путем изменения геометрических параметров покрытий и их теплопроводности.

Достойную конкуренцию кварцевым пескам составляет оливиновые пески, которые используют для изготовления отливок из чугуна и углеродистых, легированных сталей. Оливин более огнеупорен ( $T_{пл}=1890\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), обладает меньшим коэффициентом температурного расширения, не имеет аллотропических превращений; теплопроводность оливина выше, чем у кварца.

В литье по газифицируемым моделям (ЛГМ) термодеструкция пенополистирола происходит за счет поглощения тепловой энергии расплава. При заливке формы чугуном ( $T_{зал}=1300\dots1350\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) модель поглощает 14,4 МДж/кг, а сталь ( $T_{зал}=1550\dots1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) – 20,5 МДж/кг, что уменьшает время кристаллизации металла в интервале  $T_{л}-T_{с}$ , повышает плотность отливок; развитие усадочных явлений позволяет во многих случаях отказываться от установки прибыли.

Для силуминов интенсификация процесса теплоотвода может быть реализована введением в формовочную смесь эндотермического компонента, либо использованием огнеупора, обладающего более высокой теплопроводностью.

Положительные результаты получены авторами при заливке металла в низкотемпературные формы (НТФ). Результаты экспериментов показывают значительное увеличение скорости охлаждения, реализация явления релаксации за счет выделения скрытой теплоты кристаллизации, и, как итог, существенное повышение механических свойств отливок.

Комплексное влияние на кристаллизующийся металл помимо варьирования скорости охлаждения предусматривает использование факторов: постоянное магнитное поле, внутренние и наружные холодильники, одновременное воздействие давления, охлаждения и керамизации поверхности формы [1] и др. Все эти мероприятия обеспечивают получение отливок с плотным, однородным, мелкозернистым строением. Особенно важно это для отливок из сплавов с широким интервалом кристаллизации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ясюков В.В. Методы воздействия на процесс формирования отливки / В.В. Ясюков, Т.В. Лысенко, Л.И. Солоненко, Е.А. Пархоменко // *Металл и литье Украины*. – 2018. – №3–4. – С. 42–46.