

**AP23489348 «Разработка и исследование технологии экзогенного суспензионного литья для изготовления легированных отливок с использованием модификаторов и отходов литейного производства» - н.р. Исагулов А.З.**

**Актуальность:** Современное производство предъявляет высокие требования к качеству литых деталей. Обеспечить качество отливок можно за счет формирования однородной плотной структуры литья. В свою очередь, эти показатели можно получить за счет регулирования скоростью затвердевания отливки и распределения внутри нее легирующих элементов. Одним из перспективных способов управления структурой отливки является литье по газифицируемым моделям с использованием инокуляторов. Применяя одновременно с инокуляторами модификаторы можно регулировать число центров кристаллизации и распределение легирующих элементов. При этом предлагается использование в качестве инокуляторов отходы литейного производства (скрап, брак), что положительно повлияет на санитарно-гигиеническую обстановку в литейном цехе и даст возможность снизить себестоимость литья.

**Цель проекта:** разработка и внедрение технологии изготовления отливок методом экзогенного суспензионного литья с использованием дисперсных инокуляторов с целью повышения качества отливок, характерных для легированных отливок.

**Достигнутые результаты:**

Получены опытные образцы с разным содержанием наночастиц.

Образцы с инокуляторами были соединены с литником и на них была нанесена антипригарная краска марки FRDA. Модели сушились в течение трех суток при комнатной температуре на воздухе. Полученные образцы далее заформованы в опоку с песком прямоугольной формы и затем была произведена заливка. Опока вакуумировалась с помощью вакуумного насоса для удаления продуктов газификации.

Перед определением механических свойств образцы подвергались нормализации при температуре 880 °С с дальнейшим отпуском при температуре 620 °С с использованием печи Nabertherm LH 15/14(Германия).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование инокуляторов с фракцией менее 125 мкм не оказывает существенного влияния на механические свойства, даже с учетом небольших размеров образцов. Очевидно, такая фракция мгновенно расплавляется не вызывая существенного местного охлаждения. Крупная фракция имеет риск не полностью расплавиться, оставаясь как слитины с наличием трещин, что вызывает снижение фракционного состава. Однако, здесь надо учитывать размеры образца, так как небольшой объем металла быстро затвердевает, если же использовать инокуляторы для больших отливок, можно утверждать, что фракционный состав должен подбираться под соответствующие объемы и, очевидно большее время затвердевания отливки будут вынуждать использовать более крупный фракционный состав инокуляторов для регулирования структуры. Для мелких отливок оптимальным фракционным составом признан диапазон 125-500 мкм. Те же выводы актуальны и для оценки твердости.

Причиной увеличения износостойкости является использование инокуляторов как центром кристаллизации, что приводит к измельчению зерна и увеличению механических свойств. При этом следует отметить, что фракция <125 мкм расплавляется мгновенно, не вызывая в значительной степени местного охлаждения. А некоторые инокуляторы фракцией 500 мкм и более не успевают полностью расплавиться в теле слитка используемого размера, вызывая в дальнейшем внутренние напряжения. Следовательно, для отливок небольших размеров (использованных в исследованиях) наиболее оптимальными являются частицы фракций 125-500 мкм. При использовании данного диапазона фракции формируется однородная структура.



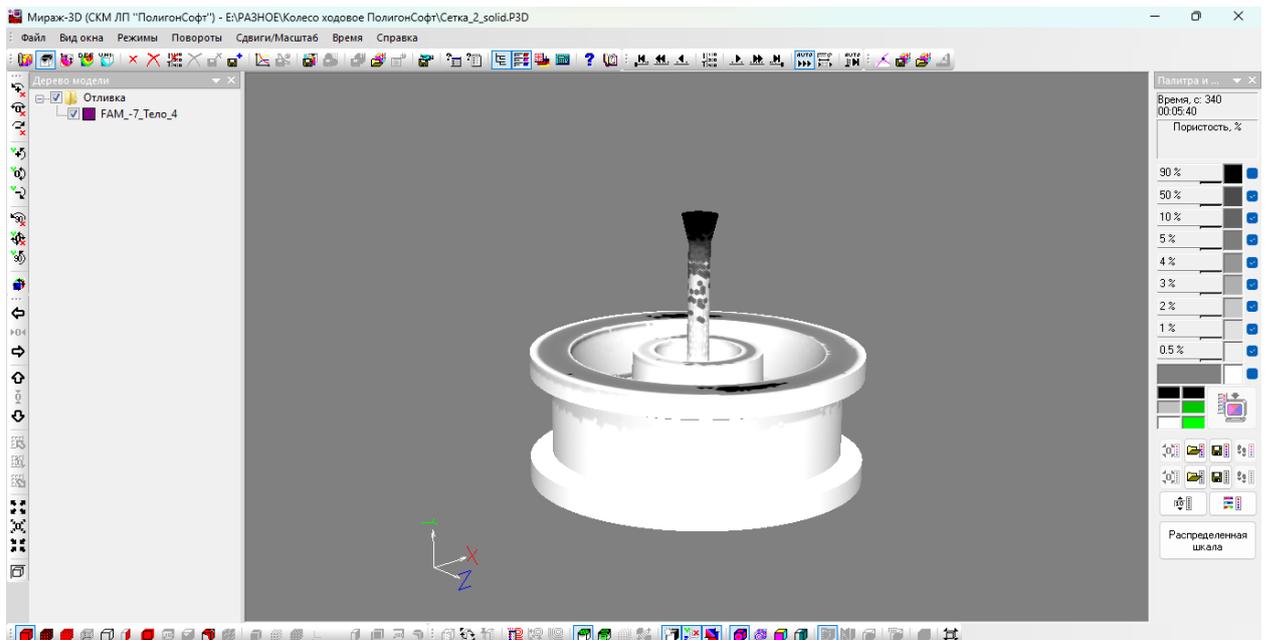
а



б

в

**Рисунок 1 – Изготовление отливки «Корпус» методом ЛГМ  
а – пресс-форма; б – модель; в – отливка**



**Рисунок 2 – Распределение пористости в отливке «Колесо  
ходовое»**

### ***Список публикаций***

1. Куликов В., Байбеков Ш., Квон Св.С., Исагулов А.З., Ковалев П.В. Investigation of the use of variable pressure in the formation of sand-resin casting moulds 1 // Acta Metallurgica Slovaca, 2025. – № 1. – С. 16-21 (Scopus 53 процентиля).

2. Куликов В., Кордашева А., Квон Св.С., Исагулов А.З., Ковалев П.В. Investigation of the effect of inoculators on the structure of cast steel blanks// Acta Metallurgica Slovaca, 2024. – № 4. – С. 152-155 (Scopus 53 процентиля).

### ***Исследовательская группа***

Включает 8 исполнителей, из них 4 человек младше 40 лет, 7 человек имеют учёную степень.

### **Консультантами выступают:**

- к.т.н., доц. Ковалев П.В. (СПбПУ Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия)

### ***Информация для потенциальных пользователей:***

Полученные научные результаты могут быть применены при разработке новых производств и участков металлургического и литейного производств.

### ***Область применения:***

Областью применения данной программы является литейные металлургические и машиностроительные предприятия.

*Дата обновления информации: 01.07.2025 г.*