

---

# ИСТОРИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 669.15.26.74-196

**Ю. В. Моисеев**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

## ИЗ ОПЫТА РАЗРАБОТКИ ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАШИН ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБОВ ЛИТЬЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

*Приведены сведения из опыта разработки и освоения автоматизированных литейных машин для литья алюминиевых сплавов выжиманием под давлением и в кокиль.*

**Ключевые слова:** отливка, литье выжиманием, литье под давлением, литье в кокиль, компьютеризация.

*Наведено відомості з досвіду розробки ливарних машин для спеціальних способів лиття алюмінієвих сплавів.*

**Ключові слова:** виливок, лиття видавленням, лиття під тиском, лиття в кокиль, комп'ютеризація.

*The article keep information about experience of working out and mastering of technology and machine, for special methods of casting.*

**Keywords:** founding, casting by a squeezing-out, casting under constraint, casting in metal mould, computerition.

Литейная профессия, возможно, не самая древняя, но вечная. По замечанию основателя роторных технологий академика Л. Н. Кошкина [1], ее вечность основана на ничем не ограниченной возможности литейной технологии формировать объемное изделие любой конфигурации, чего лишены остальные технологии металлообработки.

Основным потребителем литейной продукции является машиностроение, которое до сих пор не встретило затруднений при реализации своих современных конструкций. Литая ажурная игольчатая ветка кедра с кедровыми шишками, полученная из титанового сплава точным литьем в вакууме (по оригиналу, выломанному на заводском дворе) и украшающая кабинет технолога на одном из красноярских заводов, представляет собой современные промышленные возможности литейной технологии. Конечно, реальные образцы сложной литейной продукции превосходят

## История литейного производства

этот художественный образ уже в силу необходимости обеспечения высокого уровня прочностных и специальных функциональных свойств промышленного изделия.

Послевоенный стремительный прогресс литейного производства своими успехами обязан решительному вмешательству в литейную технологию новейших научных знаний в области кристаллизации металлов и физического материаловедения. Немаловажное значение имеет также утвердившийся в технологической практике и привнесенный молодыми специалистами научный аналитический подход к решению практических задач. На этом пути возникло, естественно, много трудностей, связанных с разрывом абстрактных научных знаний и практического ремесленного опыта, а также с необходимостью находить не только удачные технические решения, но и удовлетворять социально-экономическим запросам общества, ставшего на путь социального развития, но с приоритетным развитием военной промышленности.

Военная промышленность привыкла исполнять приказы, но не привыкла экономить, что иногда (или зачастую) приводило к неоправданным «технологическим заскокам». Так, например, гиганту оборонной промышленности «Ижтяжмашу» было поручено освоить производство легковых автомобилей «Москвич». Литейный «фанатизм» подтолкнул конструкторов и технологов к изготовлению панельных деталей автомобиля (капот, багажник, двери и крыша) литьем выжиманием (рис. 1) из алюминиевого сплава, тем более, что опытная партия литейных машин была уже изготовлена (для авиационной промышленности). Работа «закипела» и вскоре «Москвич», оснащенный литым капотом и багажником, побегал по испытательной трассе. Случайное столкновение с березкой на обочине трассы оказалось роковым для дерева, как, впрочем, в дальнейшем и для такого «Москвича». Конструкторы поняли, что на автомобильных дорогах появится «убийца». К неутешительным результатам привел и экономический анализ затрат на производство панельных отливок. Достаточно

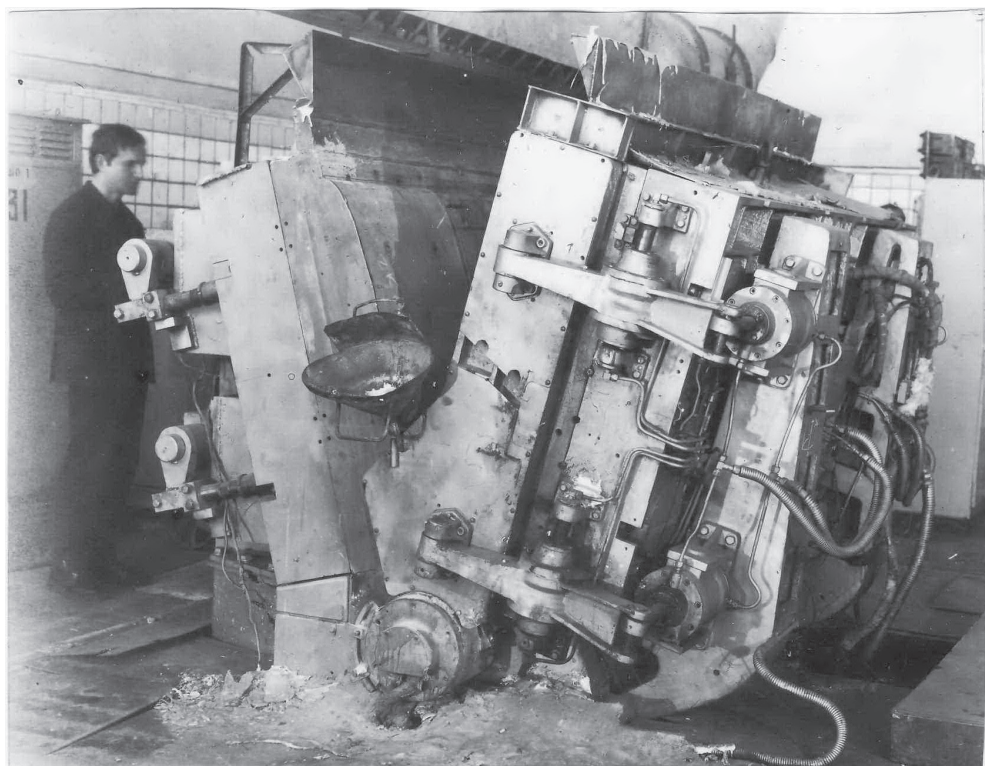


Рис.1. Машина для получения панельных отливок из алюминиевых сплавов литьем выдавливанием

сказать, что выход годного при литье выжиманием не превышал 20 %. Проект мягко «притормозили», поняв преждевременность принятого технологического решения.

Жесткость обранной литейной конструкции сыграла свою неожиданную роль и в другом случае, приведенном ниже.

В 70-е годы прошедшего столетия возникли проблемы, связанные с необходимостью ускоренного развития сети метрополитенов. Более двадцати городов страны с миллионным населением в каждом жили в условиях транспортного хаоса. Станции метрополитена необходимо было оснащать современными эскалаторами, важнейшей деталью которых является ступень. Только в московском метро было более 400 эскалаторов, каждый из которых имел более 200 ступеней. Сборно-сварочная конструкция ступени устарела и возникло решение создать цельнолитую ступень из алюминиевого сплава.

В это же время на выставке в Дюссельдорфе фирма «Mässner» (Германия) продемонстрировала (и получила золотую медаль) цельнолитую ступень, изготовленную литьем под давлением. Переговоры ВО «Металлургимпорт» с этой фирмой оказались безуспешными как по причине высокой стоимости оборудования, так и вследствие высоких требований заказчика к прочности и надежности ступени. Дело в том, что в СССР по разным причинам строили метро глубокого залегания, что влекло к увеличению длины эскалаторов, повышению мощности привода и жестким требованиям к прочности и надежности ступени.

Ленинградское ПО «Эскалатор» разработало вариант литой ступени эскалатора и Институт проблем литья АН УССР после доработки технологичности конструкции рекомендовал изготовить отливку литьем под давлением и дал расчетные режимы литья и требуемые характеристики литейной машины. Предложенная институтом комплексная программа работ объединила усилия четырех министерств и Академии наук, была утверждена правительством, а сроки ее выполнения взяты под жесткий контроль с ежемесячной отчетностью на коллегии Минтяжмаша. Проектирование и изготовление специальной литейной машины было поручено заводу Сиблитмаш (г. Новосибирск), а уникальной прессформы – КБ Заволжского моторного завода и Горьковскому заводу прессформ. Об уникальности прессформы и литейной машины свидетельствуют, в частности, некоторые их характеристики: усилие зажимания прессформы составило 3500 т; масса подвижной полуформы – 16,5 т; дозы металла – 50 кг. В состав комплекса литейного оборудования вошли также пневмораздаточная печь с весовым дозатором металла, манипулятор для автоматического извлечения и удаления отливки, термостатирующее устройство для стабилизации температуры прессформы, печь для подогрева арматуры (стальная вставка под ось бегунка), объединенные системой управления и средствами контроля и регулирования режимами прессования и работой отдельных единиц оборудования. Организация производства ступеней была поручена строящемуся заводу «Крестяжмаш» (г. Красноярск), масштабы которого поражали воображение. Завод был ориентирован на производство шагающих экскаваторов с объемом ковшей от 40 до 100 м<sup>3</sup> для КАТЭК, а площадь (под крышей) только первой очереди завода составляла 850 тыс. м<sup>2</sup>. Оборудование для завода поставляли со всего мира и были, в частности, механообрабатывающие станки, в рабочее пространство которых подавали детали для обработки железнодорожной платформы.

Итак, следует отметить, что в течение года было освоено вновь разработанное литейное оборудование, отработана технология литья, получена партия цельнолитых ступеней (рис. 2) и собран эскалатор, прошедший испытание на одной из станций ленинградского метрополитена. Испытания прошли успешно, однако, эскалатор оснащенный цельнолитыми ступенями, срезал на своем пути все неровности трассы, обусловленные естественными «огрехами» традиционной технологии сборки и монтажа всего оборудования трассы. От цельнолитой ступени пришлось временно отказаться, заменив ее более гибкой сборнолитой, которая не требует коренного изменения технологии эскалаторостроения, удовлетворяет условиям работы дей-

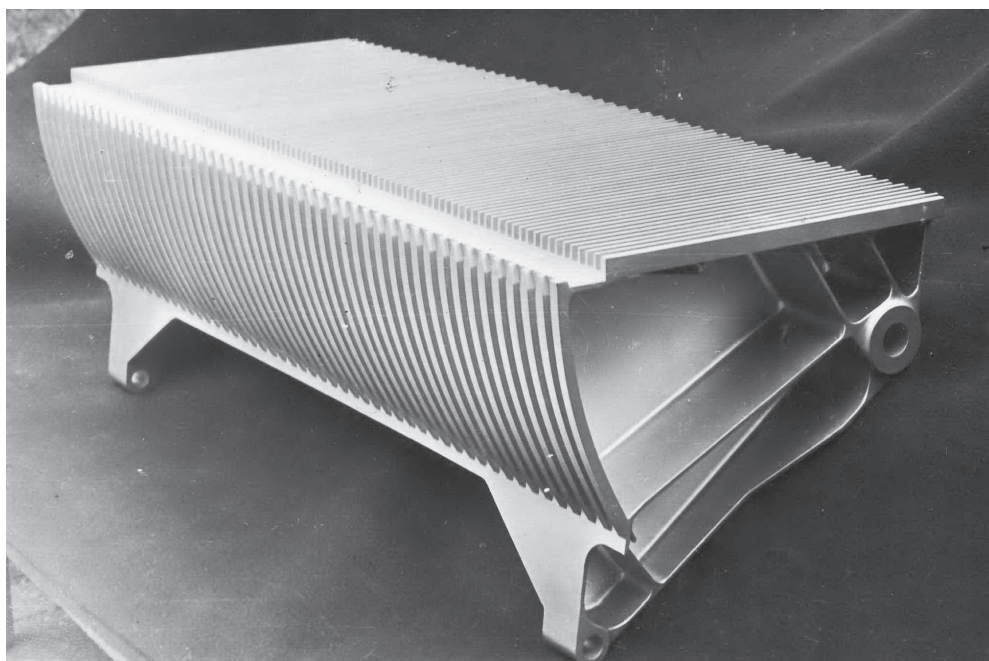


Рис. 2. Целнолитая ступень эскалатора метрополитена из сплава АЛЗ2

ствующих станций метрополитена и позволяет изготавливать элементы ступени машинами литья под давлением средней мощности.

В литейном производстве наиболее сложным является управление двумя основными процессами: гидравлическим процессом заполнения литейной формы жидким металлом и теплофизическим процессом затвердевания металла в литейной форме. Компьютеризация на первых порах сосредоточилась на роботизации механических операций как на очевидном пути замены человека в производстве. Экономические потери при этом оказались огромными. Постепенное осмысление первостепенной роли творческого начала человека в производстве вернуло исследователей к решению компьютерными средствами практических задач автоматического управления сложными технологическими процессами, аккумулирующими современные научно-технические знания.

Многие отечественные разработки по этому направлению остаются до сих пор неизвестными вследствие закрытости военного машиностроения. Особенно сильное впечатление производят работы Ю. А. Караника [2] в 80-х годах по стальному тонкостенному литью своеобразным литьем выжиманием с расплавлением алюминиевого стержня, которые потребовали серьезного компьютерного моделирования при выборе режимов литья. Тогда же по заказу Минавиапрома для завода «Авангард» были выполнены работы по созданию автоматической литейной машины с микропроцессорным управлением для изготовления отливок из алюминиевых сплавов.

Завод «Авангард» в 1970-е годы первым освоил и начал серийное производство зенитных управляемых ракет для войск ПВО системы С300, которые составили основу ПВО страны (рис. 3). Парадоксально, но автобусная остановка возле завода называется «Завод детских игрушек».

Для создания литейной машины наиболее удобным и перспективным был принцип использования электромагнитного давления, заложенный в известных магнитодинамических насосах МДН для дозирования жидкого металла. После исследования электрогидродинамических процессов в «активной» зоне насоса установили основные закономерности изменения напорных характеристик насоса





Рис. 3. Сборочный цех зенитных управляемых ракет для ЗРС дальнего действия на заводе «Авангард»

в зависимости от режимов работы индуктора, электромагнита и геометрических характеристик канала и «активной» зоны, что позволило сформулировать принцип варьирования расходными характеристиками жидкого металла, который в традиционных способах литья обеспечивается литниково-питающей системой и разумными действиями заливщика при работе с разливочным ковшом. Реализация этого принципа в автоматической литейной машине была возложена на микропроцессорную систему управления заливкой литейных форм, включающей также подсистему стабилизации температуры жидкого металла и гидравлического напора независимо от уровня металла в тигле печи. В «ручном» режиме выбирали требуемые для получения годной отливки параметры литья, а в «автоматическом» – эти параметры запоминали и реализовывали в каждом цикле изготовления заданной отливки. Общий вид литейной машины представлен на рис. 4.

Этот принцип «ручной» настройки и автоматической реализации был впоследствии использован в линии кокильного литья алюминиевых сплавов на заводе «Изолит». Режим ручной заливки кокиля металлом из ковша запоминался процессором, а затем по мере автоматического перемещения ковша вдоль кокилей у каждого кокиля включалась требуемая программа разливки металла.

Здесь уместно упомянуть и о более универсальной микропроцессорной системе управления заливкой литейных форм, разработанной талантливым исследователем Р. О. Мазманяном [3], на основе системы технического зрения, отслеживающей скорость изменения уровня металла в литейной чаше (система «Доза»). Расходная характеристика наклоняемого ковша практически безынерционно следовала за расходной характеристикой заполняемой жидким металлом литейной формы, что соответствовало управляющим воздействиям заливщика при разливке металла.

Новое время требует не только новых технических средств для реализации современных задач промышленного литейного производства, но и осмысления места и роли новых функциональных материалов, спрос на изделия из которых непрерывно растет. Если в первом случае все более важное значение приобретает стабильность

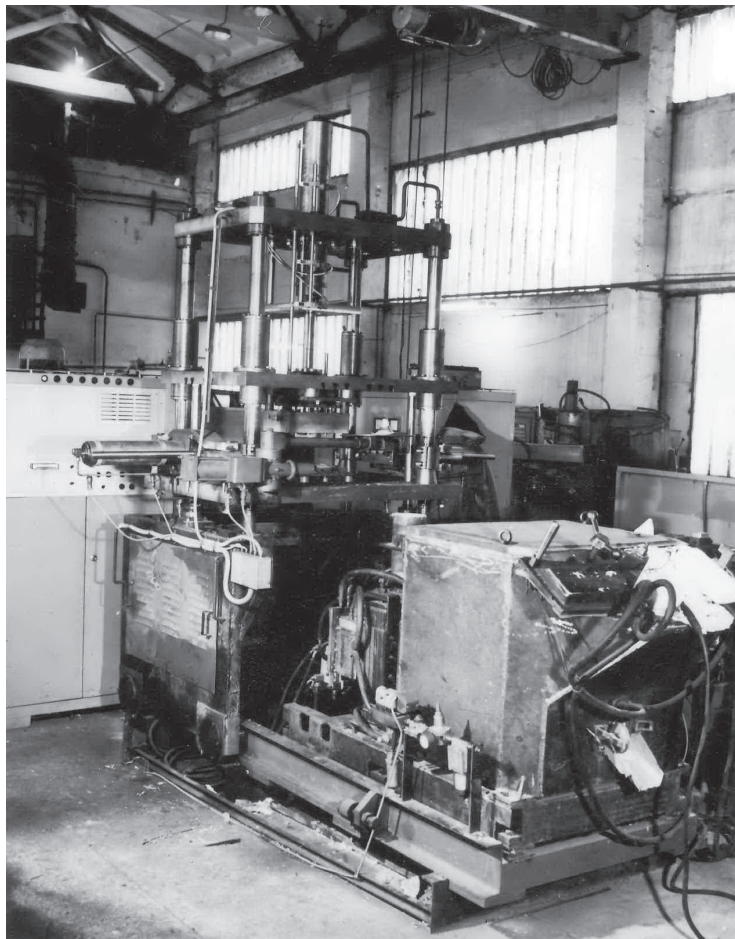


Рис. 4. Автоматическая литейная машина МДЛ-1 с микро-процессорным управлением режимами литья

качества промышленной литейной продукции, то во втором необходим поиск новых управляемых физических воздействий, позволяющих получать из нетехнологических сплавов литые изделия в структурном состоянии, обеспечивающем требуемое функциональное свойство.



### Список литературы

1. Кошкин Л. Н. Роторные и роторно-конвейерные линии. – М.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
2. Караник Ю. А. Литье выжиманием с кристаллизацией под давлением в постоянных и разовых формах // Литейн. пр-во. – 2007. – № 3. – С. 26-29
3. Мазманян Р. О. Телевизионная поисково-следающая система // Автоматизация и механизация процессов литья. – Киев: Наук. думка, 1975. – Вып. 6. – С. 52-56.

Поступила 29.08.2013