

# 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44

## Технологии изготовления стержней фирмы Laempe на литейных заводах мира в 2020 г.

В статье дается описание состояния современного литейного производства в мире, актуальные тенденции развития. Показаны новые типы стержневого оборудования, которые находят активное применение на литейных заводах по всему миру, и перспективные технологии, такие как 3D печать стержней.

**Ключевые слова:** стержневые машины и автоматические линии, тенденции развития, 3D печать стержней, модернизация литейного производства.

The article describes the state of the modern foundry industry in the world, current development trends. Shown are new types of core-making equipment, which are actively used in foundries worldwide, and promising technologies such as 3D printing of cores.

**Keywords:** core-making machines and automatic lines, development trends, 3D printing of cores, foundry modernization

### Мегатренды развития мировой экономики

За последние 5 лет мировая экономика развивалась с различной динамикой в отдельных регионах. Основные из них — азиатский, североамериканский и европейский, причем самый сильный рост до конца 2019 г. имел азиатский регион, который по своему усредненному ВВП превосходил ВВП североамериканского и европейского региона в 2 и 3 раза соответственно.

Независимо от факта, что ВВП не является единственным критерием оценки экономического развития отдельной страны или региона, а также учитывая принудительное замедление национальных экономик во всех экономически развитых странах из-за пандемии COVID-19, возникает вопрос о вызовах ближайшего будущего.

В этой связи профессиональные аналитики [1—3] сформулировали следующие мегатренды в развитии мировой экономики до 2030 г.:

- ускоренное внедрение цифровых технологий, а также активное внедрение безотходных технологий в промышленное производство, особенно в промышленно развитых странах,
- существенное уменьшение вредных выбросов CO<sub>2</sub> в соответствии с национальными и транснациональными программами противодействия парниковому эффекту.

Названные выше мегатренды будут проходить на фоне нарастающего геополитического и экономического противостояния между сверхдержавами — США, Китаем, Японией и ЕС, в условиях протекционизма, таможенных войн и ужесточенной борьбы за контроль над природными ресурсами стран, особенно в азиатском, африканском и латиноамериканском регионах.

### Влияние мегатрендов на развитие мировой литейной промышленности

В 2018 г. в мире было произведено 98,6 млн. тонн отливок [4]. Производство чугунного литья в мире составляло 85 млн. тонн, при этом почти половина (48%) была про-

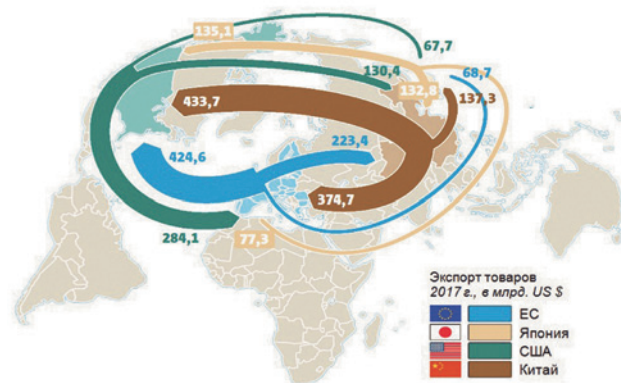


Рис. 1. Товарооборот между «сверхдержавами» за 2017 г. (в млрд. долларах США) [3]

изведена в Китае. Выпуск чугунного литья в таких «литейных» нациях, как, например, США, Япония, Франция, Россия существенно уменьшился, а в других — Индия, Турция, Бразилия — наоборот, существенно вырос, причем динамика уменьшения производства отливок из серого чугуна за счет роста производства отливок из высокопрочного чугуна во всех странах одинакова [4].

Производство алюминиевого литья в мире составляло 19 млн. тонн, 38% этого объема производилось в Китае. Вслед за Китаем, но с большим отставанием, в лидирующей пятёрке литейных наций по выпуску алюминиевого литья стоят США (8,4%), Япония (7,9%), Индия (6,3%), Германия (5,3%) [4].

Основные промышленные области для сбыта литья: автомобильная промышленность, тракторостроение, насосно-арматурная, горнодобывающая промышленность, железнодорожно-транспортное машиностроение, а также общее машиностроение.

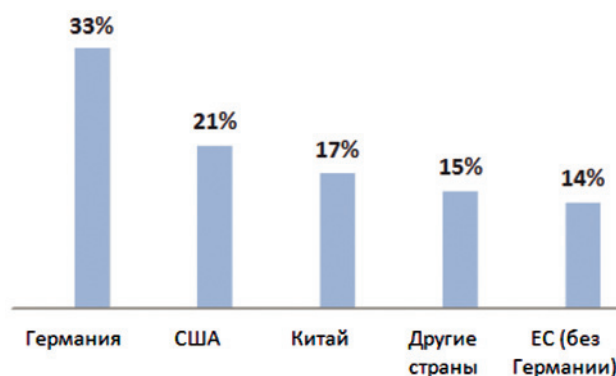
Литейное машиностроение следует темпам развития литейного производства.

#### **Анализ результатов применения технологий Laetpre в мировой литейной промышленности в 2020 г.**

По причине пандемии корона-вируса 2020 год оказался тяжелым для всех людей во всех странах мира. В результате принудительных локдаунов были частично нарушены производственные процессы, в том числе и на заводах мировой литейной промышленности. Неясность относительно того, как долго будут продолжаться эти форс-мажорные обстоятельства, имела прямое отрицательное влияние на динамику реализации действующих проектов модернизации литейных заводов. Во многих странах инвестиционные проекты были или временно приостановлены, или вообще отменены.

Независимо от этой сложной и непредсказуемой форс-мажорной обстановки в 2020 г. фирма Laetpre активно сотрудничала с заказчиками из всего мира и получила заказы на поставку более 150 отдельных единиц технологического оборудования (диагр. 1).

Laetpre — единственный производитель стержневого оборудования в мире, который в настоящее время выпускает не только основные 4 различные конструктивные модифика-



**Диагр. 1.** Доля отдельных стран и регионов мира в заказах стержневого оборудования Laetpre за 2020 г.

ции пескострельных автоматов (рис. 2, 3), но и широкую гамму специального оборудования по запросам и для специфических нужд своих клиентов.

Кроме вышеуказанных основных типов стержневых автоматов Laetpre поставляет и специальные, «нестандартные» машины, которые выполнены со специальными конструктивными элементами в соответствии с конкретными требованиями Заказчика касательно веса и размеров имеющейся стержневой оснастки, а также касательно усилий прижима, производительности и удобства в управлении и обслуживании оборудования.

«Нестандартные» пескострельные автоматы Laetpre применяются в основном в тех случаях, когда новое технологическое оборудование Laetpre поставляется для замены морально устаревшего или амортизированного стержневого оборудования другого производителя. Примеры «нестандартных» типов пескострельных автоматов из производственной программы Laetpre за последних 25 лет: LF, LCB, LTWIN, LSINGLE, LFC.

Пескострельный автомат в зависимости от процесса изготовления стержней дооснащается периферийными устройствами и агрегатами — например, газогенератором, смесителем, вилочным съемником и т.д. Результат дооснащения — автономный производственный комплекс, который, в соответствии с терминологией Laetpre называется «стержневой центр».

Мировой автопром является основным двигателем развития мировой литейной промышленности. Более 50% всех отливок, особенно из чугунов и алюминиевых сплавов, имеют «автомобильную направленность» — напри-

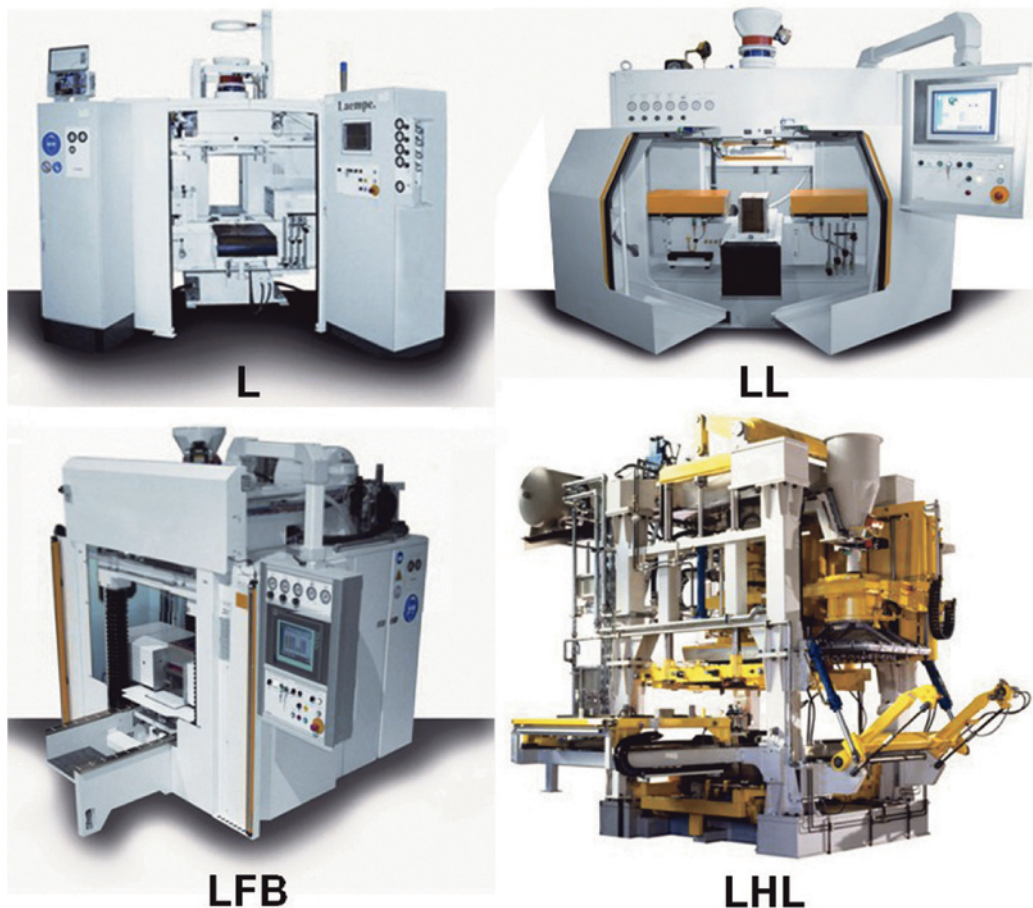
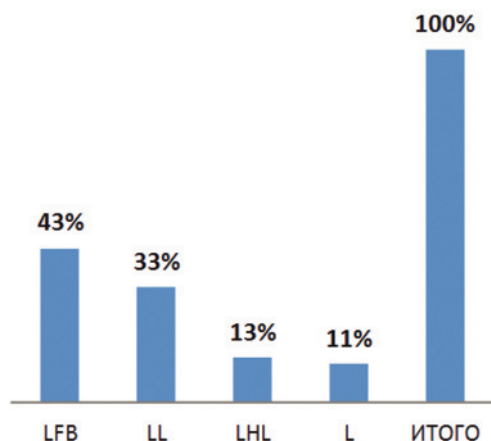


Рис. 2. Общий вид основных типов «серийных» пескострельных автоматов Laempe

мер, «блоки двигателя», «головки», «тормозные диски» и т. пр. Это подтверждается и фактом применения технологического оборудования Laempe по заказам за 2020 г. — см. диагр. 3.



Диагр. 2. Доля в % отдельных типов основных «серийных» пескострельных автоматов Laempe в общем количестве заказанных в 2020 г. стержневых центров

Количество поставок нестандартных и инновационных технологических решений Laempe за последние 20 лет постоянно увеличивалось, достигнув в «кризисный» 2020 г. исторического максимума в 33% (см. диагр. 4).

«Нестандартными» являются все технологические задачи, для решения которых Laempe разрабатывает и поставляет мультифункциональные захваты, промышленных роботов, линейные манипуляторы, накопительные конвейеры, автоматизированные склады и другое периферийное оборудование для создания технологических участков «под ключ» с различным уровнем автоматизации вплоть до автоматических стержневых литейных линий.

В рамках крупных проектов модернизации стержневых участков на литейных заводах фирма Laempe поставила за последние 25 лет более 400 промышленных роботов. Примерно 70% из них являются роботами производства ABB, 20% — KUKA, 5% — FANUC, осталь-



**Диagr. 3.** Основные направления промышленности по тематике производимых отливок в заказах на поставку «стержневых центров» Лаемре в 2020 г.

ное — производства других фирм. Более чем в 90% случаев применение роботов связано с производством стержней для отливок автокомпонентов (в основном, тормозные диски, блоки, головки — рис. 3). Показательно активное применение роботов при производстве



**Диagr. 4.** Доля нестандартных инновационных технологий в капиталообороте Лаемре в 2020 г.

отливок погружных насосов для нефтедобычи на 4-х литейных заводах России.

Параллельно с разработкой и поставкой классических стержневых центров на базе «основных» или «нестандартных» пескострельных автоматов, фирма Laemre более 5 лет



**Рис. 3.** Фрагмент автоматизированной технологической линии Лаемре по сборке стержней для отливок блоков двигателей для грузовых а/м на чугунолитейном заводе концерна Daimler AG, г. Мангейм, Германия. Применяемая технология: Coldbox-Амин-процесс

1 работает в области разработки и промышленного  
2 внедрения 3D-принтера для послойной  
3 печати стержней с применением экологиче-  
4 ски чистых связующих. Первый многомил-  
5 лионный заказ на поставку комплексной тех-  
6 нологической линии для 3D печати стержней  
7 получен в четвертом квартале 2020 г. от ве-  
8 дущего немецкого автомобильного концерна.  
9 Запуск линии на заводе Заказчика в Германии  
10 запланирован во второй половине 2021 г.

11 Физико-химическая основа, применяемая  
12 для печати стержней, соответствует разработ-  
13 кам литейной химии для VeachBox-процесса.  
14 При запатентованном фирмой Laempe про-  
15 цессе VeachBox стержневая смесь подает-  
16 ся из смесителя в пескострельную головку  
17 стержневого автомата, а затем — из песко-  
18 стрельной головки в нагретый до 120...180  
19 °С стержневой ящик. Отверждение стержне-  
20 вой смеси в стержневом ящике происходит  
21 в результате кондуктивного теплообмена,  
22 а избыточная влажность удаляется продув-  
23 кой стержневого ящика нагретым воздухом.  
24 Классические рецептуры стержневых смесей  
25 для процесса VeachBox: 100 вес.-% кварце-  
26 вого песка и 1,5...3,0 вес.-% силиката натрия,  
27 до 0,6 вес.-% порошкообразных технологиче-  
28 ских добавок. За последние 20 лет в миро-  
29 вой литейной практике хорошо зарекомен-  
30 довали себя неорганические связующие для  
31 процесса VeachBox производства компаний  
32 Hüttenes-Albertus и ASK соответственно, ко-  
33 торые основаны на модифицированном жид-  
34 ком стекле с порошкообразными присадками  
35 [5—12].

36 Сыпучие компоненты (песок, порошкоо-  
37 бразные добавки) для 3D-принтеров в отличие  
38 от классической технологии приготовления  
39 стержневых смесей для VeachBox-процесса  
40 для пескострельных автоматов, перемешива-  
41 ются отдельно, а мини-капли связующего с  
42 высокой скоростью послойно наносятся из  
43 специальных сопел на ровную поверхность  
44 песка. Качество печати обеспечивается кли-  
матизацией технологического пространства  
принтера.

Как стержни по VeachBox-процессу и рас-  
печатанные на 3D-принтерах Laempe стерж-  
ни в настоящее время применяют в основном  
на литейных заводах, выпускающих сложные  
отливки автокомпонентов из алюминиевых  
сплавов (напр., блоки и головки блоков ци-  
линдров легковых автомобилей).

## Обобщение

Литейная промышленность — прибыльная  
отрасль машиностроения.

При правильной организации производ-  
ства, имея квалифицированный персонал и  
высокопроизводительное современное техно-  
логическое оборудование, любой литейный  
завод в любой стране может обеспечить про-  
изводство высококачественной и прибыльной  
литейной продукции, которая будет пользо-  
ваться стабильным спросом в различных от-  
раслях промышленности.

Наличие высокопроизводительного стерж-  
невого оборудования и современные техно-  
логии производства стержней — необходимое  
условие для получения высокоточного слож-  
ного литья. Высокий уровень автоматизации  
производственных операций изготовления и  
сборки разовых песчаных литейных стерж-  
ней — дополнительное условие для повыше-  
ния рентабельности литейного завода.

В настоящее время фирма Laempe — са-  
мый крупный производитель стержневого  
оборудования в мире. Опыт группы Laempe,  
накопленный в результате поставок более чем  
12.000 стержневых комплексов Заказчикам во  
всех развитых литейных странах мира, может  
служить потенциалом для новых проектов мо-  
дернизации существующих или создания но-  
вых современных и высоко прибыльных ли-  
тейных заводов по всему миру, в том числе в  
России.

## Использованная литература

1. Н.-J. Behner, Forecast 2025 for the Global Foundry Industry, June 2019.
2. J. Gloner, Н.-J. Behner, Foundry Industry 2020: Trends and Challenges, June 2015.
3. Atlas der Globalisierung, Welt in Bewegung, Le Monde Diplomatique, 2019.
4. CAEF, The European Foundry Survey 2019, Sept. 2020.
5. Финкельштейн, А.Б. и др., Литейное производ-  
ство, № 4, 2015 г., стр. 15—18.
6. К. Lchte, R. Bhm, Gieerei-Rundschau, H3/4,  
2005, p. 68—70.
7. С. Wallenhorst, Gieerei-Rundschau, H3/4, 2010,  
p. 50—52.
8. R. Wintgens, Gieerei-Rundschau, H7/8, 2011,  
p. 169—172.
9. Н. Polzin, Anorganische Binder zur Form- und  
Kernherstellung in der Gieerei, 2015.
10. J. Miller, Gieerei, H2, 2012, p. 52—58.
11. J. Miller, Gieerei-Erfahrungsaustausch, H1&2, 2012,  
p. 38—40.
12. Th. Kautz, W. Blmhuber, Gieerei, H9, 2010, p. 76—79.