

3. Колосков В.Ф., Семенов К.Г., Степанов Н.А., Чурсин В.М. Покровно-рафинирующий флюс для плавки медно-никелевых сплавов // Изв. ВУЗов. Цветная металлургия. 1996, № 4, с. 22—24.
4. Семенов К.Г., Фоченков Б.А. Эффективный покровно-защитный флюс при плавке меди, никеля и их сплавов // Литейное производство, 2003, № 7, с. 12—14.
5. Семенов К.Г., Батышев К.А., Панкратов С.Н., Колосков С.В. Рафинирование расплава низколегированных никелевых сплавов при индукционных плавке // Металлургия машиностроения. 2016. № 4. С. 7—8.
6. Семенов К.Г., Батышев К.А., Панкратов С.Н., Чернов В.В. Технологические особенности плавки низколегированных никелевых сплавов в индукционных канальных печах // Всероссийская

- научно-практическая конференция «Состояние и перспективы развития литейных технологий и оборудования в цифровую эпоху»: Сб. трудов. — М.: Университет машиностроения, 2016. — 370 с. (с. 233—236).
7. Семенов К.Г., Батышев К.А., Панкратов С.Н., Чернов В.В. Металлургические особенности плавки никеля и низколегированных никелевых сплавов в индукционных канальных печах // Всероссийской научно-практической конференции «Проектирование и перспективные технологии в машиностроении, металлургии и их кадровое обеспечение» (Чебоксары. 20—21 апреля 2017 г.): под редакцией д. т. н. И.Е. Илларионова. Чебоксары: Чуваш. гос. ун-та, 2017. — 364 с., с. 63—66.
8. А. С. № 1354729, СССР (1985), Семенов К.Г. и др.

И.А. Мельников

80 лет фирме HWS-Sinto, Германия — лидеру мирового литейного машиностроения

Статья посвящена 80-летию юбилею немецкой фирмы HWS-Sinto — производителя литейного оборудования для песчано-глинистой и вакуумно-пленочной формовки. Описаны основные моменты истории развития компании с 1937 года и сегодняшнее положение как мирового лидера литейного машиностроения. В статье дается описание технологий формовки Сейатцу и ВПФ, и показано широкое распространение этих технологий на ведущих заводах мира.

Ключевые слова: Литейное машиностроение, Сейатцу-процесс, вакуумно-пленочная формовка, модернизация литейного производства, импортозамещение отливок, инновационные технологии формовки.

The article is devoted to the 80th anniversary of the German company HWS-Sinto, the producer of foundry equipment for Green Sand and V-Process molding. It highlights the milestones of the company development from 1937 to the present state as world leader in foundry mechanical engineering. The article describes Seiatsu and V-Process molding technologies, and demonstrates their widespread acceptance by the leading foundries of the world.

Keywords: Foundry mechanical engineering, Seiatsu, V-Process, modernization of foundry production, import substitution of castings, innovative molding technologies.

2017 г. — немецкая фирма HWS-Sinto отмечает 80 лет. Свой юбилей она встретила признанным мировым лидером литейного машиностроения — формовочного оборудования по различным технологиям изготовления разовых песчаных форм. Технологии, разработанные и запатентованные концерном Sinto, сегодня находят самое широкое применение на сотнях заводов мира и обеспечивают производство самых качественных отливок для всех отраслей промышленности — автомобилестроения, машино- и станкостроения, железнодорожной техники, арматурной и насосной промышленности, горно-обогатительного и металлургического оборудования и мн. др.

Развитие технологий литейной формы неразрывно связано с открытием железа во втором веке до н. э., а также с развитием технологий плавки и легирования сплавов на основе железа. Например, первая песчано-глинистая форма (ПГФ) применялась еще в 645 г. до н. э. в Китае для производства отливок из чугуна. Принципиально новый этап технологий формообразования наступил только в 1709 г., когда англичанин Абрахам Дарби придумал и использовал в произ-

1 водстве опочную формовку на базе набитых
2 вручную полуформ из песчано-глинистых
3 смесей (ПГС). Сегодня же «львиная» доля
4 отливок производится в разовых песчаных
5 формах по ПГС.

6 Однако современные песчаные формы для
7 получения отливок различной сложности не-
8 возможно представить без точных песчаных
9 стержней самой разнообразной конфигура-
10 ции поверхности — поэтому появление инно-
11 ваций в литье в песчаные формы неразрывно
12 связано с параллельно-итеративным развити-
13 ем технологий и оборудования для производ-
14 ства форм и стержней. И главные шаги этого
15 пути развития следующие:

16 1837 г. — изготовлена и применена первая
17 формовочная машина

18 1947 г. — И. Кронинг (Германия) изобрел
19 способ литья в оболочковые формы

20 1953 г. — разработан процесс изготовления
21 стержней в нагреваемой оснастке (Hotbox)

22 1968 г. — разработан процесс изготовления
23 стержней в холодной оснастке (Coldbox)

24 1971 г. — в Японии разработан процесс ва-
25 куум-пленочной формовки (ВПФ, V-процесс)

26 1983 г. — концерн Sinto разработал техно-
27 логию «Сейатцу-процесс» для форм по ПГС

28 Последние десятки лет фирма HWS-Sinto
29 находится на самой вершине эволюции раз-
30 вития технического прогресса в области са-
31 мых современных технологий изготовления
32 песчаных форм и оборудования для их про-
33 изводства.

34 **Основные вехи истории мирового лидера литейного машиностроения**

35 1937 г. — Георгом Мюллером и инжене-
36 ром Генрихом Вагнером под именем Miller &
37 Wagner в городе Бад Лаасфе была основана
38 компания по производству машин для литей-
39 ных производств.

40 1945 г. — фирма переименована в Heinrich
41 Wagner.

42 1975 г. — было положено начало сотру-
43 дничеству между фирмой Heinrich Wagner и
44 японским машиностроительным концерном
Sinto — основана фирма Wagner Sinto для
производства линий вакуумно-пленочной
формовки. Данный шаг был первым совмест-
ным проектом между Heinrich Wagner и Sinto.

1983 г. — окончательно слияние с концер-
ном Sinto, крупнейшим в мире производителем
оборудования для литейных производств.

Машиностроительный концерн Sinto стабил-
ен в финансовых показателях и имеет самые
прочные рыночные позиции — ежегодный
оборот концерна составляет более 1 млрд. \$.

2015 г. — концерн Sinto и фирма Laempe
объявили о стратегическом партнерстве. Этим
шагом два мировых лидера по производству
оборудования объединили усилия, чтобы
предлагать литейным заводам самые современ-
ные технические и технологические реше-
ния в области формовочного и стержневого
оборудования.

Компания HWS-Sinto сегодня

Сегодня Heinrich Wagner Sinto (HWS-Sinto)
является лидером по изготовлению автоматиче-
ских формовочных линий (АФЛ), а также
главным «поставщиком» инноваций техно-
логий в производстве высококачественных
форм для современных литейных производств
в мире.

Предприятие находится в городе Bad
Laasphe (Бад-Ласфе, земля Северный Рейн-
Вестфаллия). В трех комплексах зданий рас-
положены администрация, отделы разработки
и конструирования, монтажные площадки для
предварительной сборки АФЛ, а также отде-
лы гидравлики, электрики, покрасочное и от-
грузочное отделения (рис. 1).

На втором заводе в г. Amalienhtte (Ама-
лиенхютте), расположенном недалеко от ос-
новного завода в Бад Лаасфе, размещен цех
для металлоконструкций и механической об-
работки. Находящийся на этом заводе центр
подачи, резки металлопроката полностью ав-
томатизирован (рис. 1).

Фирма HWS-Sinto располагает исключи-
тельно глубоким уровнем собственного про-
изводства. Персонал компании выполняет
комплексное проектирование и изготовление
всех узлов, включая гидравлику, электрику
и электронику. Постоянно осуществляется
модернизация производственных цехов с
внедрением дополнительных высокоточных
и высокоскоростных обрабатывающих стан-
ков с ЧПУ, автоматического центра отрезки
стальных заготовок, установок вырезки ли-
стовой стали и т.п.

Как известно, сердцем современного литей-
ного производства считается АФЛ. Литейные
формовочные линии, изготавливаемые фир-
мой HWS-Sinto, являются результатом много-
летнего развития конструкции и совершен-



Рис. 1. Две производственные площадки HWS-Sinto в г. Бад-Ласфе и Амалиенхютте (Германия)

ствования технических показателей. Фирма HWS-Sinto готова предложить накопленный опыт и услуги по организации современного литейного производства. В различных странах мира и для самых разнообразных производственных задач литейных заводов концерном Sinto поставлено:

- около 600 опочных АФЛ песчано-глинистой формовки (ПГС, Сейатцу-процесс)
- более 700 безопочных АФЛ горизонтальных форм (FBO, FDNX, ...) с 1991г
- около 300 опочных АФЛ вакуумно-плечной формовки (ВПФ, Вакуум-процесс).

Немецкие АФЛ на сотнях литейных заводов мира обеспечивают производство высококачественного стального, чугунного и цветного литья для самых разных отраслей промышленности.

Успехи и преимущества заводов литейного машиностроения отражены в референт-листах и отзывах благодарных пользователей оборудования, что главным образом и определяет приоритеты при выборе поставщика нового литейного оборудования. Среди заказчиков немецкой фирмы HWS-Sinto на опочные АФЛ по ПГС такие известные в мире литейные и машиностроительные предприятия как Daimler AG, BMW, Volkswagen, PSA Peugeot Citroën, Toyota, MAN, Volvo, FAW, Chery, Brembo, Fritz Winter, Tupy, Teksid, Eisenwerk Brühl, Luitpoldhütte AG, Georg Fischer, CLAAS, Componenta, M. Busch, Erkunt, Fagor, Wescast, CIFUNSA, Wuxi, Bosch, Buderus, Rexroth, Olsberg, Hawle, Xylem, Linde, ConMet, Weichei Power, Baumgarte, Brechmann, EUROTECH, MGG, Atik, KASI, а также и многие другие, кто внедрил одну или несколько опочных АФЛ по технологии «Сейатцу» и имеет длительный опыт их успешной эксплуатации.

Сейатцу-процесс для опочных форм по ПГС

Технология формовки «Сейатцу» (что означает «тихая формовка») была разработана инженерами концерна Sinto в 1983 году. За последующее время только одним немецким машиностроительным заводом HWS-Sinto поставлено около 600 АФЛ по данной инновационной технологии (рис. 5...7). Процесс заключается в двухступенчатом уплотнении песчано-глинистых форм воздушным потоком с последующим гидравлическим прессованием. Такая технология пришла на смену устаревшим способам прессования (встряхивание и встряхивание с подпрессовкой) и на сегодняшний день является современным стандартом в области уплотнения разовых песчано-глинистых форм. Таким образом, сегодня технология «Сейатцу» это наиболее успешный и самый широко распространенный из всех современных методов формовки.

Изначально Сейатцу-процесс был предназначен для получения особо сложных форм, которые практически невозможно было получить другими способами формовки, например

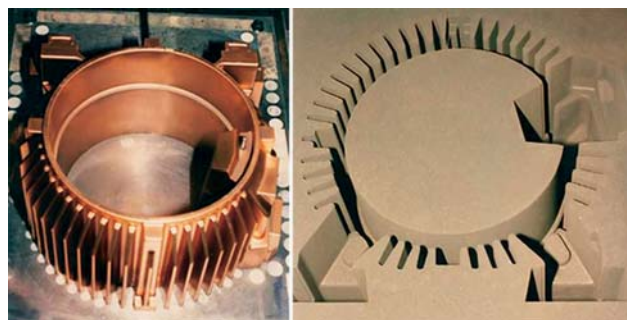


Рис. 2. Модельная плита и полуформа для отливки «Корпус электродвигателя» по технологии Сейатцу-процесс

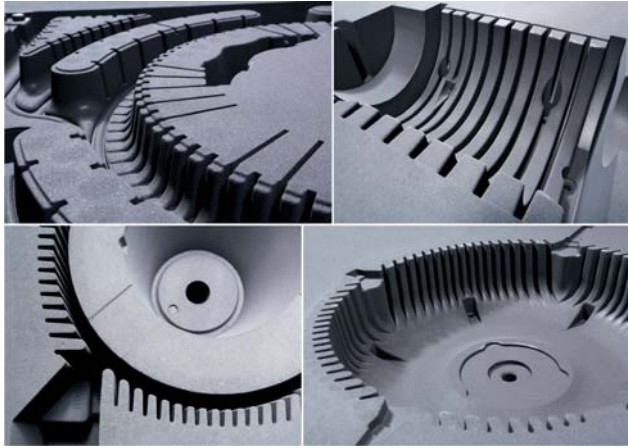


Рис. 3. Пример уровня сложности и качества форм по Сейятцу-процессу для отливок с тонкими длинными ребрами, например «Корпуса электродвигателя»



Рис. 4. Пример качества изготовления форм по Сейятцу-процессу с высокими болванами

из-за сложности протяжки модели без подрыва смеси. Так, использование технологии «Сейятцу» сделало возможным изготавливать такие сложные отливки как корпус электродвигателя вообще без использования стержней с минимальными уклонами — протяжка модели выполняется вертикально по длине ребер (рис. 2...4) [1].

Преимущества технологии «Сейятцу» — уплотнение форм воздушным потоком с пресованием:

- Равномерно высокая твердость формы является предпосылкой для изготовления отливок высокой размерной точности. Сравнение между встряхиванием с подпрессовкой (и другими известными способами) и Сейятцу-процессом наглядно показывает более равномерную по объему твердость формы,

изготовленной способом Сейятцу.

- Меньше стержней. Во многих случаях отпадает необходимость в стержнях, т.к. возможна формовка сложных контуров моделей и различных болванов благодаря равномерной твердости формы (рис. 2...4).
- Уменьшение формовочного уклона. Расход металла и затраты на механическую обработку отливок снижаются благодаря возможности существенного уменьшения формовочных уклонов даже менее $0,5^\circ$, а иногда близко к 0° , как например на внутренней стороне корпуса электродвигателя (рис. 2, 3).
- Лучшее использование плоскости разъема отливками. Возможно более плотное расположение моделей на подмодельной плите, т.к. допускаются меньшие расстояния между моделями и до стенок опоки. Это позволяет производить больше отливок за форму.
- В значительной мере уменьшаются затраты на очистку и окончательную обработку отливок. Это обусловлено тем, что по Сейятцу-процессу производятся высококачественные отливки с равномерным качеством в серии, с прекрасной поверхностью, точные по размерам и почти без заусенцев.
- Гуманная технология. Воздушный поток заменяет встряхивание, поэтому уровень шума снижается до величины менее 85 дБА, что является важным шагом в направлении улучшения условий труда.
- АФЛ по Сейятцу-процессу работают без динамических нагрузок на фундамент. Это означает более низкие расходы на фундамент и техобслуживание.
- Минимальный износ моделей, так как воздушный поток по поверхности модели создает эффект «псевдосмазки»

ВПФ (вакуум-пленочная формовка, V-процесс)

Впервые эффективность вакуума была продемонстрирована еще в 1654 году немецким инженером-физиком бароном Отто фон Герике при помощи так называемых «Магдебургских полусфер». После того, как из данных «полусфер» был удален воздух, 16 лошадей не смогли отделить их друг от друга.

Метод литья по V-процессу зародился в Японии около 40 лет назад в конце 70-х годов прошлого века. Одним из основоположников использования новой концепции был



Рис. 5. Сдвоенный формовочный автомат по Сейатцу-процессу — производительность до 250 форм в час



Рис. 6. Одна из трех запущенных АФЛ по Сейатцу-процессу на заводе Daimler AG в Германии

промышленный концерн Sinto [2]. Далее технология постепенно стала распространяться по другим странам мира. Инновационный по тем временам способ благодаря упрощенной формовке без связующего имел (и имеет до сих пор!) ряд конкурентных преимуществ, в числе которых высокая размерная точность отливок, легкая очистка, высокий процент возврата песка (до 99 %) и многие другие. Спустя пару десятилетий развития техноло-

гия достигла промышленной зрелости. Уже в 1995 г. журнал «The Modern Casting» сообщил, что число освоивших технологию ВПФ, составило около 180 заводов в Японии, 85 заводов в Европе и 10 заводов в США.

В последние время заводы экономически развитых стран мира, хотя и сократили производство низкорентабельных отливок путем переноса в другие регионы мира, но продолжают активно использовать и развивать ВПФ для

1
2
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



Рис. 7. Формовочная линия по Сейатцу-процессу для производства вентилируемых тормозных дисков на заводе Fritz Winter, Германия



Рис. 8. Стальные отливки по ВПФ трех литейных заводов Швеции, России, Германия



Рис. 9. Алюминиевые отливки по ВПФ завода Harmony Castings, США

производства высокорентабельных отливок. Превосходство в экологичности и высоком качестве отливок при низкой себестоимости и малом объеме отходов по-прежнему делает ВПФ весьма востребованной и наиболее эффективной литейной технологией (рис. 8, 9). После изобретения ВПФ пока не было примеров новых более эффективных технологий изготовления разовых песчаных форм.

Как известно, от 70% до 80% всех инвестиций в литейное производство с начала 21 века в России было направлено на развитие компонентной базы для грузовых вагонов — это было самой масштабной модернизацией отечественного литейного производства с на-

чала XXI века. Конкретно это касается всего двух деталей — крупных стальных ЖД отливок «Рама боковая» и «Балка надрессорная». Добиться полного импортозамещения крупных стальных ЖД отливок (табл. 1) удалось благодаря внедрению эффективного производства по ВПФ на трех новых литейных заводах России — ТВСЗ (г. Тихвин), Промлит (г. Чебоксары), ВКМ-Сталь (г. Саранск) [3]. Потенциальные мощности этих литейных заводов, оснащенных самым современным формовочным (АФЛ по ВПФ) и стержневым («ColdBox-Амин-процесс») оборудованием могут полностью перекрыть потребности российских предприятий грузового вагоностроения и вагоноремонта в крупных ЖД отливках, а также быть конкурентными на мировом рынке. А десятью годами ранее был достигнут другой выдающийся результат — перевод 100 % производства отечественных чугунных ванн было на технологию ВПФ. Бесспорно, эти факты свидетельствуют о широкой универсальности технологии. Инновационная для конца XX века технология ВПФ сегодня становится традиционным способом при организации высокоэффективного литейного производства широкой номенклатуры отливок.

С 2015 года ТВСЗ (табл. 2) является первым по величине производителем вагонов в стране, опережая даже прежнего безусловного лидера Уралвагонзавод. Все крупные стальные отливки (рама и балка) и около 10 наименований средних стальных отливок завод ТВСЗ изготавливает исключительно на оборудовании HWS-Sinto по технологии ВПФ. В 2017 году ТВСЗ планирует выйти на объем 18 тыс. вагонов, а мощности всех произ-



Табл. 1. Производство крупных стальных ЖД отливок

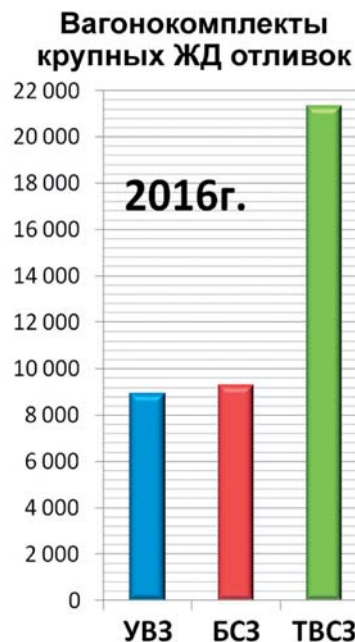


Табл. 2. Объемы пр-ва ЖД отливок на трех заводах РФ за 2016 год — (вагонокомплект 2 «балки» + 4 «рамы» = около 3 т)

водственных площадок будут расширены до уровня 22 тыс. вагонов.

АФЛ горизонтальных безопочных форм

Кроме опочных АФЛ повышенным спросом в мире пользуются линии горизонтальных безопочных форм концерна Sinto. HWS-Sinto рекомендует литейным заводам только горизонтальный разъем формы как наиболее универсальный и эффективный [4]. Обоснованность применения именно горизонтальной безопочной формовки подтверждается выбором сотен заводов по всему миру — за последние ок. 25 лет концерном Sinto поставлено около 750 АФЛ для горизонтальных **безопочных** форм. Одно из оптимальных технических решений, применяемых фирмой HWS — челночное устройство полуформы низа, которое выдает полуформу из машины, позволяя производить точную простановку стержней с возможностью подхода с трех сторон.

Современные безопочные формы на АФЛ серии FBO (рис. 10) благодаря горизонтальной плоскости разъема и инновационной технологии уплотнения имеют бесспорные преимущества в сравнении ранее используемыми (в 60—70-х годах) АФЛ с вертикальным разъемом:

- Равномерное заполнение и уплотнение формы для каждой отливки. Обеспечива-

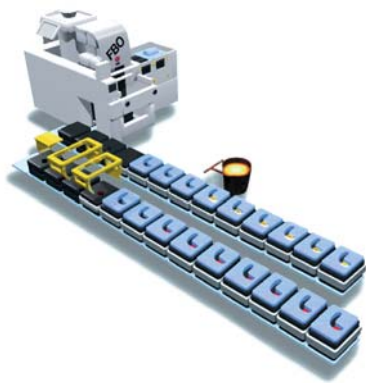


Рис. 10. Эскиз компактной линии горизонтальной безопочной формовки FBO

ется однородность структуры отливок независимо от их положения на модельной плите в отличие от вертикальных форм;

- Возможна формовка большего числа отливок в одной горизонтальной форме в отличие от аналогичного размера вертикальной формы;
- Нет проблем неоднородности по телу отливки, что является особенно важным фактором при изготовлении осесимметричных вентилируемых тормозных дисков;
- Даже в высоких отливках снижена вероятность подрыва формы и прорыва металла, особенно при использовании жакетов и грузов;
- Возможна установка выпоров и экзотермических прибылей. Таким образом, возможно оптимизировать процессы затвердевания и избежать брака по газовой и усадочной пористости;
- Простановка стержня осуществляется в горизонтальном положении с возможностью доступа с трех сторон полуформы низа после ее вывода из рабочей зоны машины. Специальное автоматическое устройство простановки стержней не требуется. Это существенно увеличивает гибкость производства и уменьшает издержки.

Формовочные литейные линии по технологиям ПГС (Сейатцу-процесс) и ВПФ (V-процесс) немецкой фирмы HWS-Sinto поставлены многим заводам России и СНГ:

2 АФЛ на **ТВСЗ**, г. Тихвин; 1 АФЛ на **Уралвагонзавод**, г. Нижний Тагил; 2 АФЛ на **КАМАЗ**, г. Набережные Челны; 2 АФЛ на **МТЗ**, г. Минск; 2 АФЛ на **Кронтиф-Центр**, г. Людиново; 2 АФЛ на **Промлит**, г. Чебоксары; 1 АФЛ на **УралАЗ**, г. Миасс; 1 АФЛ на

ЛЛМЗ, г. Луганск; 2 АФЛ на **ВКМ-Сталь**, г. Саранск; 2 АФЛ на **ЗЛИН**, г. Гомель; 1 АФЛ на **МТЗА**, г. Муром; 1 АФЛ на **Металлург/РУСАЛ**, г. Николаев; 1 АФЛ на **Казцинкмаш**, г. Риддер; 1 АФЛ на **КЗГО**, г. Кривой Рог; 2 АФЛ на **СНН**, г. Павлодар; 1 АФЛ на **«Универсал»**, г. Новокузнецк; 1 АФЛ на **Кировском заводе**; 1 АФЛ на **НЛТ**, г. Набережные Челны; 1 АФЛ на **БАЗ**, г. Благовещенск; 1 АФЛ на **ЛМЗ**, г. Семенов; 1 АФЛ на **Сталит**, г. Запорожье; 2 АФЛ на **Днепропромлит**; 1 АФЛ на **РИТМ**, г. Тверь (монтаж); 2 АФЛ на **Памир**, г. Ульяновск (пуск); 1 АФЛ на **Тракторозапчасть**, г. Ромны; 1 АФЛ на **Промлит**, г. Нововолыньск; 1 АФЛ на **БИОЛ**, г. Мелитополь (пуск), 1 АФЛ на **ЭЛДИН**, г. Ярославль и др.

Таким образом, к 80-летию юбилею немецкая фирма *HWS-Sinto* добилась беспорных успехов и достижений, став самым крупным изготовителем и поставщиком опочных и безопочных АФЛ в мире за последние 20 лет. Следует особо отметить, что за эти два десятилетия HWS-Sinto лидирует по количеству запущенных АФЛ на литейных заводах в России и странах СНГ, существенно превышая объемы поставок всех других импортных АФЛ. Так, например, успешно работает самая производительная из поставленных за последние 30 лет в РФ и СНГ опочная АФЛ на 240 форм в час с одним формовочным автоматом, изготовленная фирмой HWS-Sinto для завода ЛЛМЗ (г. Луганск). Формовочное оборудование доказало свою традиционно немецкую надежность, стабильность и качество, работая в тяжелых условиях литейного производства на протяжении десятилетий. Фирма HWS-Sinto непрерывно развивается, предлагая литейщикам самые инновационные мировые технологии формообразования, такие как Сейатцу-процесс и Вакуум-процесс.

Использованная литература:

1. Буданов Е.Н. Инновационная технология Сейатцу-процесс для модернизации литейного производства России // Литейщик России. — 2010. — № 10.
2. Буданов Е.Н. Современный опыт модернизации литейного производства по технологии ВПФ // Литейщик России — 2015. — № 12.
3. Буданов Е.Н. Достижения и опыт лидера по производству отливок для инновационных вагонов России — Тихвинского вагоностроительного завода // Литейщик России — 2017. — № 03.
4. Смирнов М.Ю. Линии горизонтальных безопочных форм как новый стандарт безопочной формовки // Литейщик России — 2016. — № 08.