

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МАМИ»



А.А. Пономарёв, Б.П. Благоднаров, Д.И. Ртицев, С.А. Рыбин

**ОСНОВЫ ГИБКОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОИЗВОДСТВА.**

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ФОРМОВОЧНЫЕ ЛИНИИ.

Методические указания для семинарских занятий по курсу «Основы гибкого автоматизированного производства» для студентов, обучающихся по специальности 150204.65 «Машины и технология литейного производства»

Одобрено методической комиссией по специальности 150204.65 «Машины и технология литейного производства»

1-е издание

Москва

2010

Разработано в соответствии с Государственным образовательным стандартом ВПО 2000г. Для специальности 150204.65 «Машины и технология литейного производства» на основе рабочей программы дисциплины «Основы гибкого автоматизированного производства».

Рецензенты: доцент кафедры «Технология конструкционных материалов»
МГТУ «МАМИ» Шлыкова А.В.

доцент кафедры «Машины и технология литейного
производства» МГТУ «МАМИ» Леснов В.Н.

Работа подготовлена на кафедре «Машины и технология литейного
производства им. П.Н. Аксёнова»

Основы гибкого автоматизированного производства: методическое
указание / А.А. Пономарёв, Б.П. Благодрахов, Д.И. Ртищев, С.А. Рыбин –
1-е издание. – М. : МГТУ «МАМИ», 2010.- 39с.

В методическом указании рассматриваются автоматические формовочные
линии, наиболее распространённые в России и применяемые в современном
производстве, приведено описание их компоновок и работы, краткий анализ
преимуществ и недостатков, дана их классификация, а также приведены технические
характеристики.

Методическое указание предназначается для студентов специальности 150204.65
«Машины и технология литейного производства» и может быть использовано при
изучении курсов «Основы гибкого автоматизированного производства» и
«Оборудование литейных цехов», а также при дипломном проектировании.

Содержание.

Введение.....	4
Общие положения.....	6
Классификация АФЛ.....	8
1 Опочные АФЛ.....	10
1.1 Автоматическая формовочная линия «SPOMATIC».....	10
1.2 Автоматическая формовочная линия «KuenkelWagner».....	15
1.3 Автоматическая формовочная линия «HeinrichWagnerSinto».....	18
1.4 Выводы по разделу.....	21
2 Безопочные АФЛ.....	23
2.1 Автоматическая формовочная линия типа «DISAmatic».....	23
2.2 Автоматическая формовочная линия «GeorgFischer».....	25
2.3 Автоматическая формовочная линия «Gisablock 35».....	28
2.4 Вывод по разделу.....	32
Заключение.....	33
Технические характеристики.....	35
Список литературы.....	37
Ссылки.....	37
Для заметок.....	38

Введение.

Литейное производство является основной заготовительной базой машиностроения, его развитие зависит от уровня машиностроительного комплекса в целом. Общее количество предприятий, входящих в машиностроительный комплекс России, составляет около 7500 единиц. Доля машиностроения в общем промышленном выпуске продукции составляет около 20%.

Литейное производство выгодно отличается от других заготовительных производств (поковки, штамповки, сварки) тем, что методом литья возможно изготавливать заготовки, максимально приближённые по геометрии к самым сложным деталям машин. Без сомнения, литейное производство и в будущем сохранит лидирующее положение среди заготовительных производств.

В настоящее время в России насчитывается около 1650 литейных предприятий, которые по экспертной оценке произвели в 2006 году 7,68 млн. тонн отливок, в том числе из чугуна – 5,28 млн. тонн, из стали – 1,3 млн. тонн, из цветных сплавов – 1,1 млн. тонн. В 1980 году в СССР объём производства отливок из сплавов чёрных и цветных металлов составил 25,8 млн. тонн.

Объёмы производства литых заготовок находятся в пропорциональной зависимости от объёмов производства машиностроительной продукции, так как доля литых деталей в автомобилях, тракторах, комбайнах, танках, самолётах и других машинах составляет 40-50%, а в металлорежущих станках и кузнечнопрессовом оборудовании доходит до 80% массы и до 25% стоимости изделия.

После распада СССР на фоне общего колоссального спада производства, наблюдался спад и литейного производства в связи с вышеуказанной пропорциональной зависимостью. Выпуск отливок в России сократился с 18,5 млн. тонн в 1985 г. до 4,85 млн. тонн в 2000.

Сейчас наблюдаются позитивные тенденции: рост производства литья, повышение производительности и качества. И всё это невозможно без применения современного высокотехнологичного оборудования. Рост выпуска литья и производительности труда возможен только за счёт применения новых средств механизации и автоматизации в литейном производстве. Поэтому первостепенное внимание в настоящее время уделяется разработке и внедрению новых автоматических формовочных линий, являющихся основой литейного производства, носящего массовый и крупносерийный характер.

Перед ВУЗами страны, выпускающими инженеров-литейщиков, в связи с вышеизложенным, стоит задача ознакомления студентов с основными типами этого оборудования для того, чтобы они при

дипломном проектировании и в своей дальнейшей практической работе могли правильно применять его.

Цель данной работы – описание основных видов автоматических формовочных линий зарубежного производства, применяемых в настоящее время в литейных цехах автомобильной промышленности, а также проведение сравнительного анализа линий разного типа.

Поскольку в настоящее время основная масса литья в автомобильной промышленности изготавливается в песчано-глинистых формах, то настоящая работа посвящена материалам по автоматизированным линиям для получения этих форм.

Общие положения.

Автоматический комплекс - это система машин, основного и вспомогательного оборудования, автоматически выполняющих в определенной технологической последовательности и с заданным циклом весь процесс изготовления и переработки продукта производства или его части под наблюдением оператора. Под данное определение подходят все автоматические линии, включая формовочные линии, которые применяются в литейном производстве.

Линии подразделяются по характеру выпускаемой продукции на *специальные* - для получения строго одного изделия, *специализированные* - для изготовления или обработки однородных изделий и *универсальные*, которые способны быстро перенастраиваться на выпуск широкого спектра изделий, отличающихся по массе или размерам.

Всякий процесс автоматизации имеет две стороны: *качественную* и *организационную*. Под *качественной* подразумевается технология производства, под *организационной* - последовательность выполнения технологических операций (переходов) при производстве изделия.

Основное назначение автоматических линий (комплексов):

- повышение качества выпускаемой продукции;
- повышение производительности труда и снижения себестоимости продукции;
- улучшение санитарно-гигиенических условий труда и экологии.

Автоматические комплексы проектируются под определенный *технологический процесс*, под которым понимается совокупность действий, направленных на изменение размеров, формы, свойств, положения или места нахождения объекта производства.

Технологический процесс разбивается на *технологические операции*, которые выполняются в определенной последовательности. *Операцией* называется законченная часть технологического процесса, для выполнения которой предназначена данная машина или механизм, или комплекс машин и механизмов.

Операции делятся на *переходы*. *Переходом* называется замеченная часть операции, выполненной при срабатывании одного или нескольких взаимодействующих исполнительных органов машины или механизма. Различают основные и вспомогательные переходы. *Основной переход* - это часть операции, во время которой производится изменение размеров, формы или свойств объекта производства, а также положения или места нахождения. *Вспомогательным переходом* называется часть операции, связанная со срабатыванием вспомогательных элементов или механизмов. *Время* выполнения основных и вспомогательных переходов

технологической операции называется соответственно *основным* и *вспомогательным*.

Графическое изображение последовательности и продолжительности всех периодически повторяющихся переходов технологического, кинематического или рабочего цикла называется *циклограммой*. Следовательно, циклом называется совокупность каких-либо процессов или явлений, совершающихся с периодически повторяющейся закономерностью. Промежуток времени, за который совершается цикл, называется *временем цикла*.

Технологическим циклом называется промежуток времени, необходимый для выполнения всех основных и вспомогательных переходов технологического процесса изготовления продукта (изделия), на данной машине, линии или комплексе. *Кинематическим циклом* машины или линии (комплекса) называется промежуток времени, по истечении которого повторяется одинаковое относительное положение всех механизмов машины или линии. *Рабочим циклом* называется промежуток времени между двумя последовательными выдачами с машины или линии объекта производства.

Классификация АФЛ.

Как таковой, определённой, официально признанной, классификации автоматических формовочных линий не существует. Можно лишь примерно, основываясь на технических характеристиках линий, а также на технических и конструкционных решениях, принятых в АФЛ, способах уплотнения форм и проч., сделать вывод об общих чертах тех или иных линий или об их различиях, и, таким образом, отнести их к определённому классу.

Первым и, пожалуй, самым важным различием в автоматических формовочных линиях является применение опок, т.е. применяются они или нет. Соответственно, АФЛ может быть *опочной*, а может – *безопочной*.

Во-вторых, существует различие в типе разъёма формы – разъём бывает *горизонтальным* и *вертикальным*. Но это различие касается только безопочных формовочных линий, так как опочная форма не может иметь вертикальный разъём, что естественно.

Итак, иерархично простейшую классификацию АФЛ можно представить следующим образом:

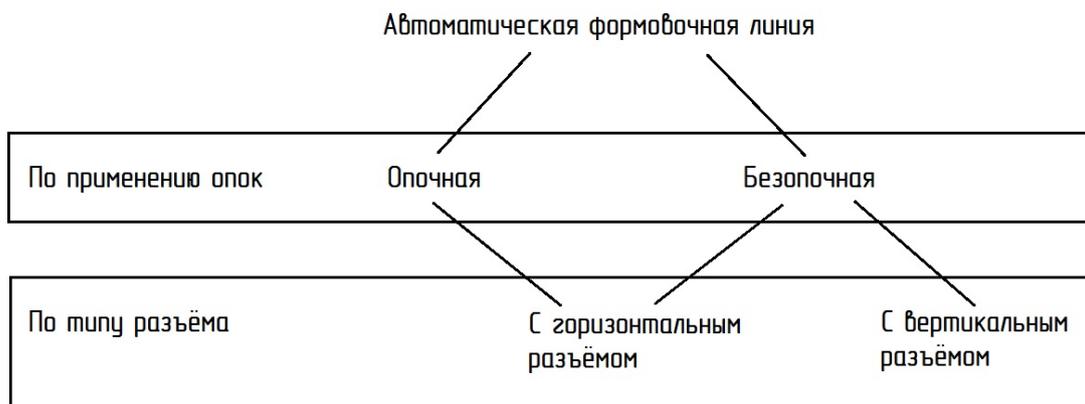


Рис.1 - Простейшая классификация автоматических формовочных линий.

Эта схема также заложена в структуру настоящего методического указания. Но, разумеется, классификация может быть и более развёрнутая (полная), если учитывать все существующие различия (классификация по признакам):

- по наличию опок: линии опочной и безопочной формовки;
- в зависимости от принятого технологического процесса изготовления формы: встряхивающие с подпрессовкой, прессовые, пескодувно-прессовые, ударно-прессовые, импульсные, импульсно-прессовые, воздушно-прессовые, пескометные и т.д.;

- *по схеме транспортного потока опок*: конвейерные с жесткой связью, с непрерывно движущимся или пульсирующим конвейером и с гибкой связью - с рольганговыми или тележечными конвейерами;
- *по структурной схеме формовочного автомата*: проходные одно-, двух- или трёхпозиционные, карусельные, стопочные;
- *по характеру перемещения модельной оснастки*: стационарные, быстросменные или плавающие;
- *по характеру производства*: массового, крупносерийного (мелкосерийное и единичное исключено, поскольку производство будет экономически невыгодным*).

*Мелкосерийное производство возможно при применении АФЛ, позволяющих беспроблемно и быстро переходить с одной номенклатуры отливок на другую. Примером может служить АФЛ «Gisablock 35», рассмотренная ниже.

1 Опочные АФЛ.

В состав опочных автоматических линий входят следующие машины и механизмы: формовочные автоматы, установка выбивки форм, установка заливки формы металлом, механизм установки стержней в полуформу, сборщик формы, механизм загрузки формы, простановщик формы на конвейер, транспортные средства, вспомогательные механизмы (распаровщик, кантователи полуформ и опок и прочее), центральный пульт управления.

Транспортные средства являются связующим звеном между машинами и механизмами и образуют замкнутый контур автоматической линии. В зависимости от движения транспорта АФЛ подразделяются на линии с непрерывным движением конвейера и импульсным.

1.1 Автоматическая формовочная линия фирмы «SPOmatic».

Линия предназначена для массового и крупносерийного производства мелких и средних отливок по массе 1-5 групп сложности. Данные линии нашли широкое применение для производства отливок в автомобилестроении.

На рис. 2 представлена автоматическая формовочная линия «Споматик» производительностью 140 форм в час, используемая для изготовления отливок в опоках 900x700x362/362 мм, в частности для отливок блока цилиндров автомобильных моторов. Формовочные автоматы би 18 (проходные однопозиционные) уплотняют формы встряхиванием с одновременным прессованием многоплунжерной пассивной головкой под высоким давлением. Автомат б предназначен для верхних полуформ, автомат 18 - для нижних полуформ. У каждого автомата имеется челночный механизм для замены модельных плит, действующий автоматически. Для укладки и снятия груза с формы имеется специальное устройство 23. Заливка механизирована при непрерывно движущемся конвейере (на схеме не показана). Выбивка опок автоматическая. Верхняя полуформа снимается с конвейера манипулятором 1 и помещается на установку 3, где смесь из опоки продавливается на выбивную решетку, опока же перемещается по рольгангу 4, очищается механизмом 5 от остатков формовочной смеси и устанавливается на модельную плиту автомата б. После формовки полуформа переворачивается в кантователе 7 и помещается на рольганг 8 для контроля качества лада, затем кантователем 9 она поворачивается ладом вниз и сборщиком 10 устанавливается на движущемся конвейере на нижнюю полуформу.

Нижняя полуформа проходит далее по конвейеру и механизмом *11* снимается с конвейера и поступает на выбивное устройство *13*, на котором поднимающиеся снизу между крестовинами толкатели выталкивают куст отливок из опоки выше лада опоки. В пространство между опокой и поднятыми отливками входит площадка с прорезями для толкателей, на которую укладывается отливка при опускании толкателей. Горизонтальный толкатель сталкивает куст отливок с площадки на люльку подвешенного толкающего конвейера. Нижняя же опока с формовочной смесью кантователем *14* перемещается на выбивную установку *15* и после выбивки по рольгангу *16* поступает в автомат *18*, перед этим она очищается от остатков формовочной смеси устройством *17*. После формовки полуформа проходит через кантователь *19* и снимается с рольганга *20* механизмом *21* для установки полуформы на движущейся конвейер. На участке *I* производится установка стержней. После сборки формы устройством *10* на форму перед заливкой помещается груз устройством *23*, и форма поступает на заливку. Охлаждающая ветвь конвейера выполнена двухэтажной с целью сокращения габарита линии.

Фирма «Споматик» выпускает АФЛ с опокой 900x700x300/300 мм. производительностью 160 форм/час для отливок массой до 60 кг и с опокой 800x700x250/250 мм производительностью 180 форм/час для отливок массой до 40 кг.*

*Технические характеристики, сведённые в таблицы, вы можете найти на стр.35. Это сделано для наглядного сравнения представленных в данном методическом указании автоматических формовочных линий.

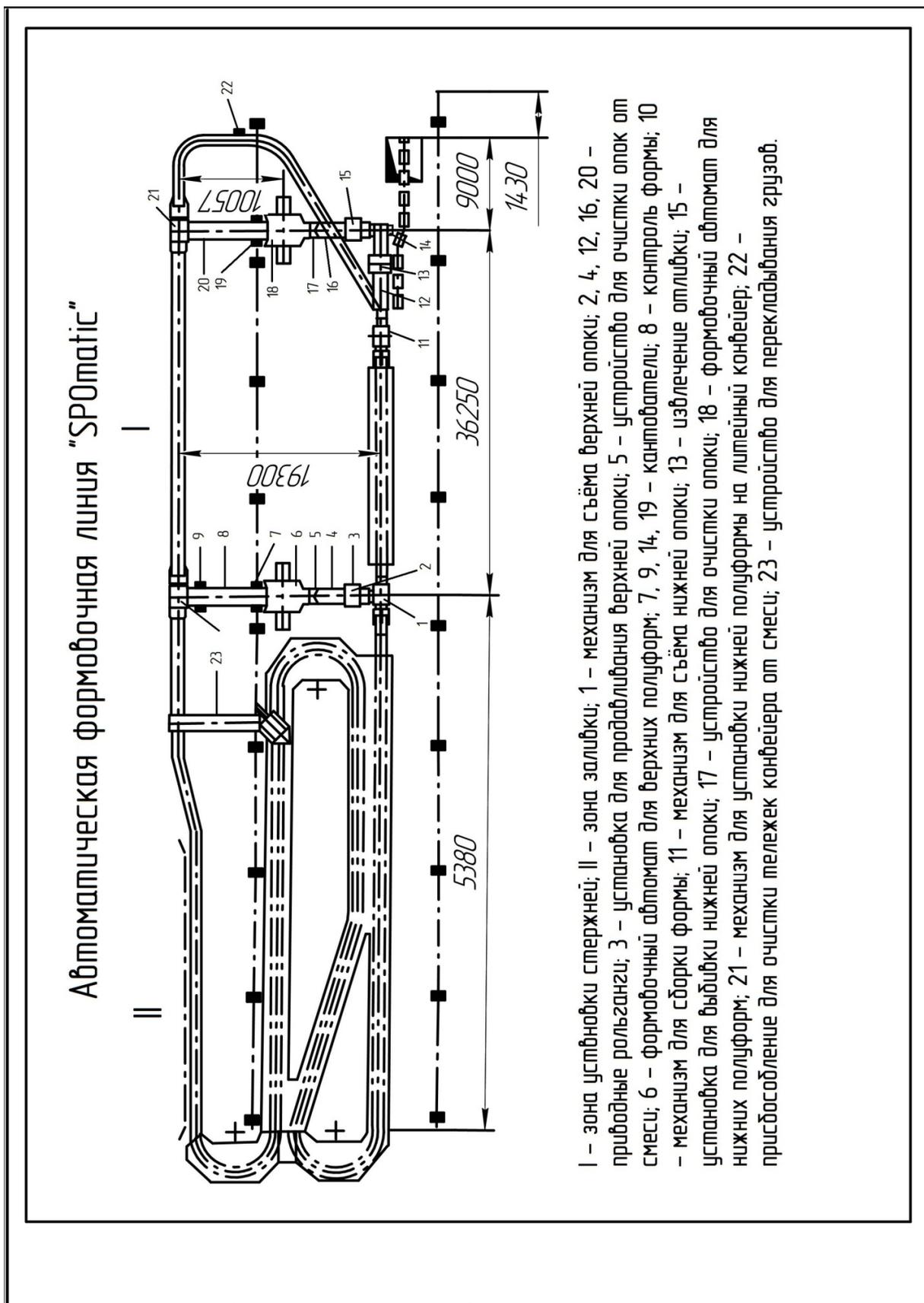


Рис.2 - Автоматическая формовочная линия «SPOMatic».

Помимо представленной выше формовочной линии, существует ещё одна, более распространённая компоновка АФЛ «SPOMATIC».

Линия оснащена двумя автоматами, работающими в режиме встряхивания с одновременной подпрессовкой и обеспечивающими выпуск 270-280 форм в час. Давление прессования составляет 1,2 МПа.

Планировка её приведена на рис. 3. Транспортной основой этой линии является напольный панцирный конвейер, в целях экономии места исполненный на участке охлаждения двухъярусным.

Разберём работу линии, начиная с выхода охлаждённой формы из-под кожуха охладительной ветви.

Форма поступает в распаровщик 1, который снимает верхнюю опоку на ходу конвейера и передаёт её в выбивное устройство 3. Выбивка осуществляется без вибрации, только за счёт прошивки плоской прошивной плитой. После прошивки опока поступает к автомату изготовления верхней полуформы 4, работающему в режиме встряхивания с одновременной подпрессовкой. Заформованная опока выходит из автомата на шагающий конвейер 7, который доставляет её в сборщик форм 8.

Нижняя полуформа, оставшаяся на панцирном конвейере после снятия верхней опоки с отливками и основой массой формовочной смеси, продолжает своё движение до перестановщика форм 2. Перестановщик переставляет форму в выбивное устройство 3, которое так же работает по методу прошивки. Ком смеси вместе с отливками проваливается на вибрлотки, расположенные на первом этаже цеха, и отливки, отделённые от формовочной смеси на вибрлотках, поступают в накопитель, откуда и передаются в короб охладительного толкающего конвейера. Пустая опока без кантовки (опоки низа двусторонние) поступает в автомат формовки нижней полуформы 4, работающий аналогично автомату верха. Из автомата готовая полуформа попадает на шагающий конвейер и по нему сначала в кантователь 5, а затем в установщик форм на конвейер 6.

Установщик 6 опускает нижнюю полуформу на конвейер, по которому она через участок простановки стержней передаётся в сборщик форм 8, где и происходит накрытие её верхней полуформой. Из сборщика форма поступает без установки грузов и дополнительной обжимки на заливочный участок.

Операции на линии, связанные с перестановкой полуформ и сборкой форм, проводятся на непрерывно движущийся конвейер с помощью подвижных рабочих машин. Машины эти имеют пневматический привод с гидравлическим регулированием скоростей движения, как и на линиях блока цилиндров.

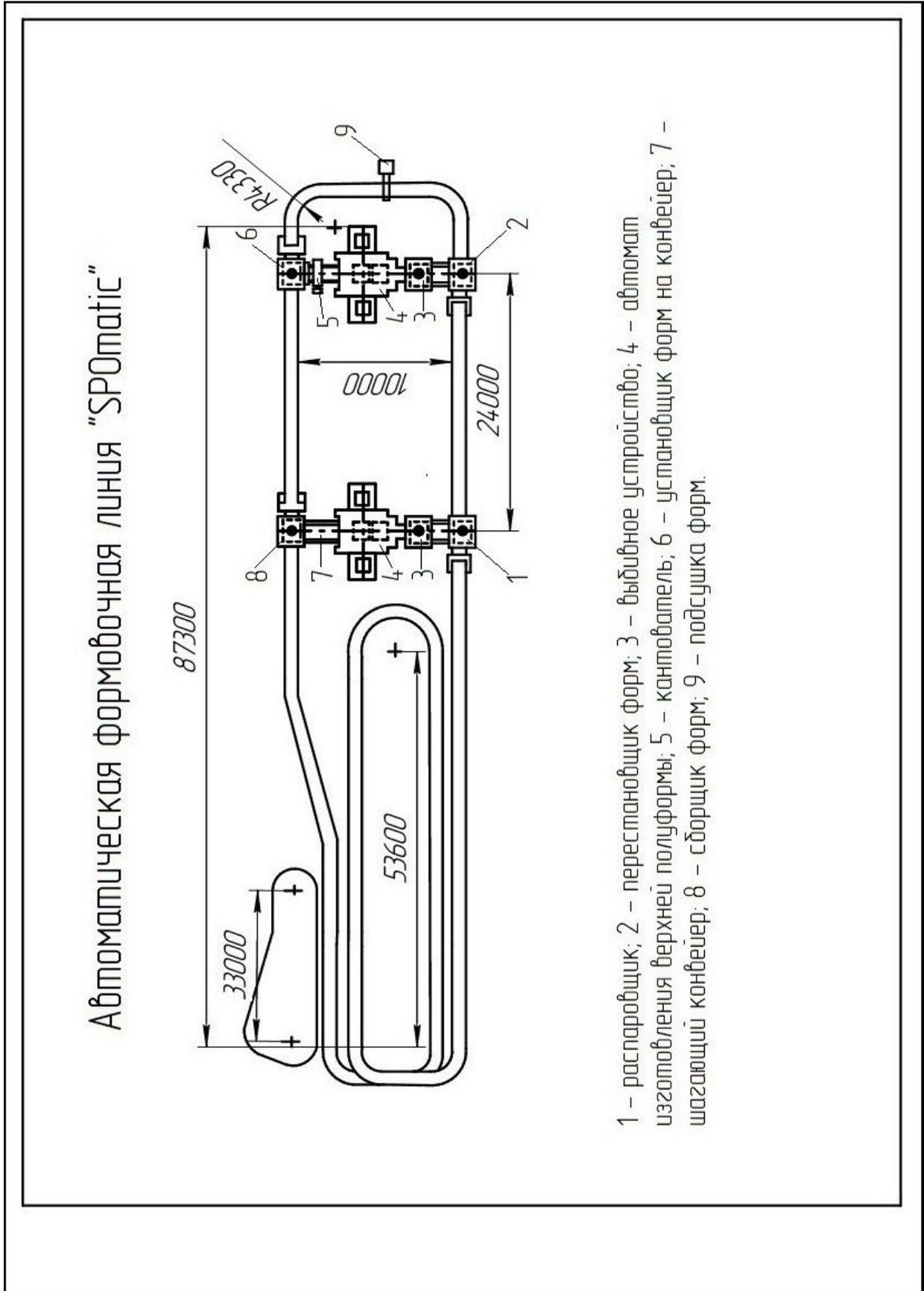


Рис.3 - Автоматическая формовочная линия «SPOMATIC». Другой вариант компоновки.

1.2 Автоматическая формовочная линия «KuenkelWagner».

Линия применяется в массовом и серийном производствах для получения отливок мелких и средних по массе 1-5 групп сложности и по своей надежности, степени автоматизации и производительности превосходит АФЛ фирмы «СПО». Применение импульсного движения литейного конвейера позволило значительно упростить вспомогательное оборудование и основные операции, сборку и заливку форм, осуществлять в стационарном режиме, применяя автоматическое оборудование. Данная линия находит широкое применение в автомобилестроении и других машиностроительных производствах.

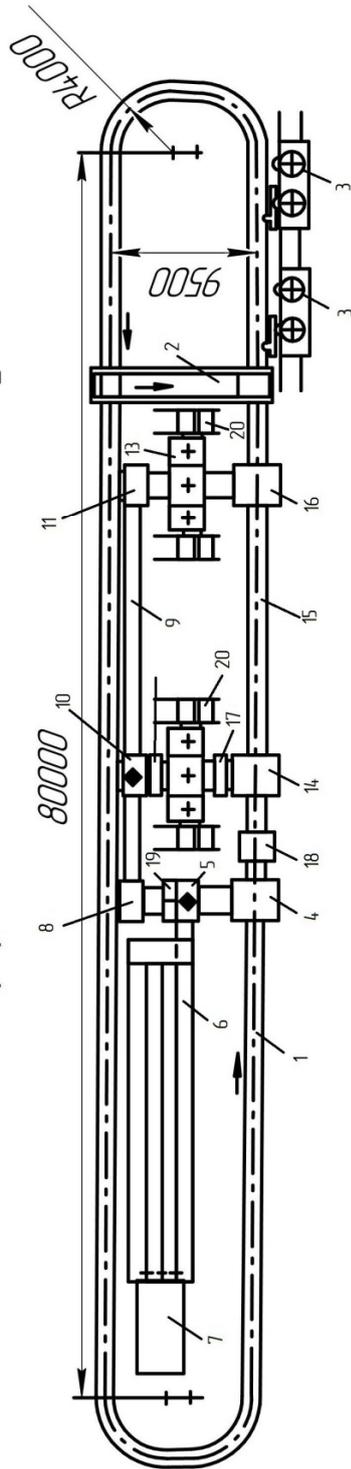
Техническая характеристика формовочной линии:

- размер опоки в свету, мм - 1100x750x285/280;
- цикловая производительность, форм/час - 240;
- темп движения конвейера, с - 15 (6 с -перемещение, 9 с - остановка);
- шаг конвейера, мм - 1575.

После заливки и предварительного охлаждения залитые формы перекладчиком 4 снимаются с конвейера 1 и передаются на установку выдавливания кома смеси с отливкой 5 на охлаждающий конвейер 6 для окончательного охлаждения отливок (см. рис.4). Пустые опоки перемещаются по рольгангу на позицию 19, где они щетками очищаются от остатков формовочной смеси. Далее опоки перекладчиком 8 устанавливаются на распределительный рольганг 9, на котором распаровщик 10 снимает верхнюю опоку и передает ее на рольганг 9, а нижнюю опоку - на кантователь 17. После кантователя, опока устанавливается на модельную плиту формовочного автомата 12. Формовочный автомат проходной, трехпозиционный с автоматической сменой модельных плит, осуществляет формовку встряхиванием с одновременным прессованием многоплунжерной головкой под высоким давлением. Готовая полуформа низа передается в кантователь 17 и далее перестановщиком 14 передается на тележку литейного конвейера, на участке 15 которого происходит ручная установка стержней. Верхняя опока перестановщиком 1 передается на формовочный автомат 13 верхних полуформ, и затем сборщик 16 производит сборку формы на литейном конвейере. Перед заливкой перестановщик накрывает формы грузом 2. Формы заливаются с двух полуавтоматических установок со сменными ковшами, ковши заливают металл сначала в дозаторы, откуда металл поступает в форму через калиброванный выпускной стакан. По роликовому конвейеру выбивки, так же как по поперечному и продольному роликовым конвейерам, опоки и полуформы перемещаются

посредством гидравлических толкателей. Для более точного позиционирования на ряде позиций роликовых конвейеров опоки фиксируются горизонтальными коническими штырями, которые входят в специально предусмотренные втулки, расположенные на торцевых стенках опоки. Применение охлаждающего конвейера после выбивки формы значительно сокращает механическую часть автоматической линии, улучшает процесс охлаждения отливок и выводит процесс охлаждения из формовочного пролета в туннель второго этажа, улучшая санитарно-гигиенические условия труда в формовочном отделении.

Автоматическая формовочная линия "Kuenkel Wagner"



1 – литейный тележечный конвейер с пульсирующим движением; 2 – конвейер для переключения грузов; 3 – заливочные установки; 4 – переключатель заливочных форм с выдвигу; 5 – механизм выдвигания формовочной смеси с отливкой из опок; 6 – охлаждающий конвейер выдвигенного кома смеси с отливкой из опок; 7 – выдвигные решетки; 8 – переключатель пустых опок; 9 – распределительный кромоочный ролик конвейер для пустых опок; 10 – расправщик и переключатель нижних опок на поперечный кромоочный ролик конвейер формовки; 11 – переключатель верхних опок на поперечный кромоочный ролик конвейер формовки; 12 – формовочный автомат нижних полуформ; 13 – формовочный автомат верхних полуформ; 14 – переключатель нижних полуформ на литейный конвейер; 15 – участок установки стержней; 16 – переключатель и сборщик формы на литейном конвейере; 17 – кантователь; 18 – щетка для очистки тележек конвейера; 19 – щетка для очистки опок от остатков формовочной смеси; 20 – тележки для смены модельных плит.

Рис.4 - Автоматическая формовочная линия «KuenkelWagner».

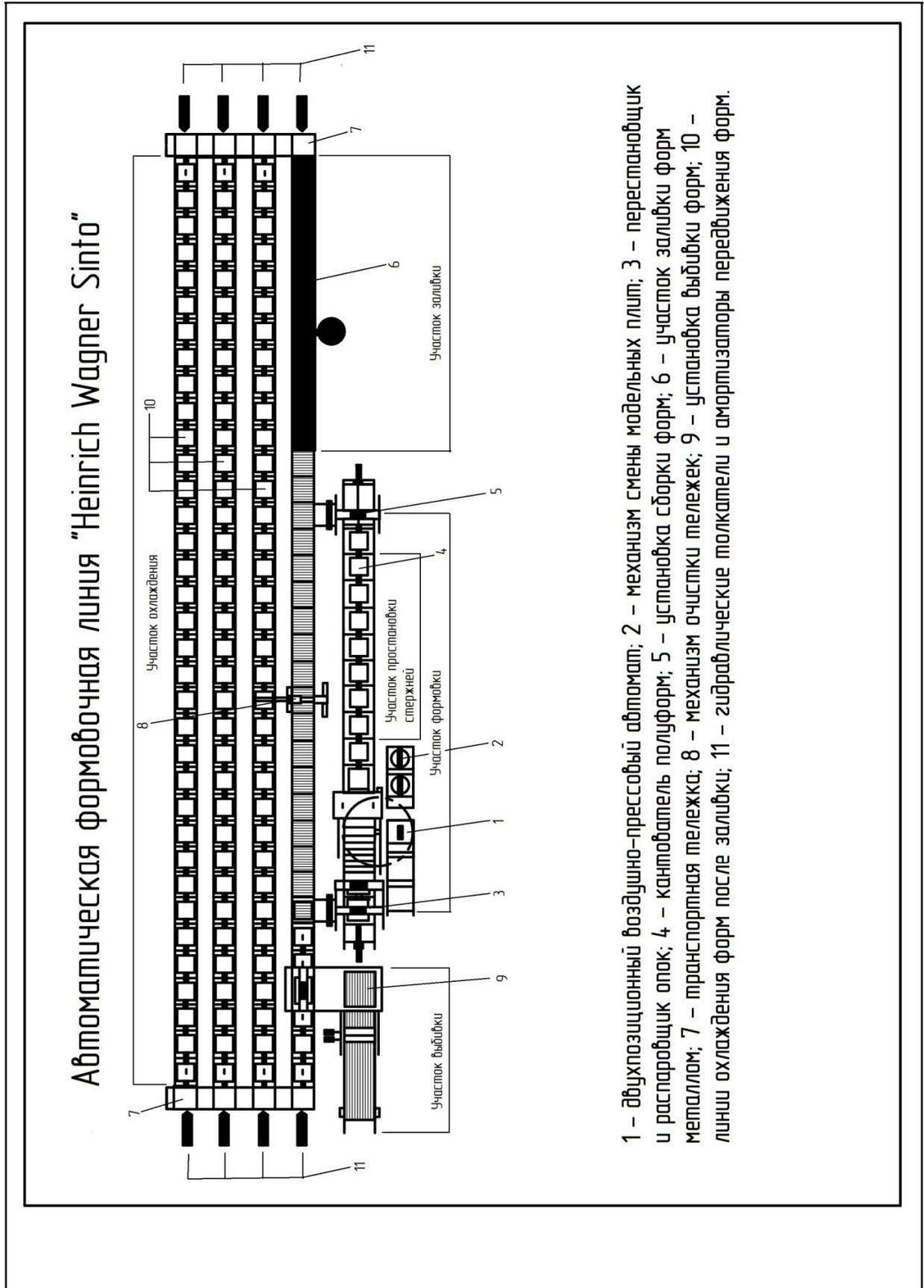
1.3 Автоматическая формовочная линия «Heinrich Wagner Sinto» (HWS).

Данные АФЛ предназначены для серийного и массового производства мелки, средних и крупных отливок 3-5 групп сложности из черных сплавов. Применяемый способ воздушно-прессовой формовки обеспечивает высокое качество отливок по точности и шероховатости. Недостатком данного способа формовки следует считать применение более сложной по конструкции модельной оснастки. Поэтому данные линии следует применять для производства сложных по конфигурации отливок с повышенными требованиями по их точности.

На рис. 5 представлена планировка автоматической линии для формовки способом СЕЙАТСУ - воздушным потоком с последующим прессованием многоплунжерной головкой. На данной линии установлен формовочный автомат 1 мод. EFA-SD. Формовочный автомат проходной, с двухпозиционным поворотным столом для изготовления верхней и нижней полуформы на одной машине, имеет многоплунжерную головку стандартного исполнения.

Наполнение формовочной смеси происходит из бункера дозатора на первой позиции внутри машины, на второй позиции происходит уплотнение смеси воздушным потоком и последующим прессованием многоплунжерной головкой, протяжка модели и проталкивание полуформы на рольганговый конвейер. На первую позицию при этом поступает опока низа. Транспортирование опок осуществляется автоматически на рольганге гидравлическим цилиндром. Машина оборудована механизмом автоматической смены модельных плит 2. На рольганге полуформы проходят через кантователь 4, в нижнюю полуформу устанавливаются стержни, верхняя полуформа, после фрезеровки чаши, кантуется и поступает в сборщик формы 5, в котором при поступлении нижней полуформы происходит сборка формы. Собранный форма передается на тележку и далее проталкивается на участок заливки 6. После заливки формы она транспортной тележкой 7 передается на крайний охлаждающий рольганг 10. Форма проходит через все охлаждающие рольганги и поступает на выбивную установку 9, где происходит выдавливание кома смеси с отливкой на транспортную выбивную решетку. Опоки после выбивки поступают в распаровщик 3, а затем на формовочный автомат. Тележки после снятия опок очищаются специальным устройством 8. Перемещение тележек по рольганговым линиям осуществляется гидравлическими толкателями 11, плавность перемещения достигается применением гидравлических тормозных цилиндров 11.

Техническая характеристика формовочной линии зависит от размера опок. При размере в свету 500x400 мм производительность составляет 140 форм в час, при 1600x1250 мм - 80 форм в час. Кроме указанного выше формовочного автомата применяются на линиях автоматы других моделей. Формовочный автомат TFA-S является двухпозиционным формовочным челночным автоматом. В остальном он выполняет те же переходы, что и TFA-SD. Автомат ZFA-S является удвоенным формовочным автоматом челночного типа для изготовления двух нижних и двух верхних полуформ за один цикл. Его производительность для опок с размером в свету 500x400 мм составляет 250 форм в час, а для опок 1250x1000 мм - 160 форм в час. Формовочный автомат ZFA-SD является удвоенным формовочным автоматом с поворотным столом для одновременного изготовления двух верхних и двух нижних полуформ, за счёт чего его производительность так же возрастает, как и у автомата ZFA-S.



1 – двухпозиционный воздушно-прессовый автомат; 2 – механизм смены модельных плит; 3 – перестановщик и распаровщик опок; 4 – кантователь полуформ; 5 – установка сборки форм; 6 – участок заливки форм металлом; 7 – транспортная тележка; 8 – механизм очистки тележек; 9 – установка выдбылки форм; 10 – линии охлаждения форм после заливки; 11 – гидравлические толкатели и амортизаторы передвижения форм.

Рис.5 - Автоматическая формовочная линия «Heinrich Wagner Sinto».

1.4 Выводы по разделу.

Автоматическая формовочная линия «SPOmatic» имеет свои преимущества и недостатки.

Недостатком можно назвать то, что все операции необходимо проводить «на ходу», т.к. конвейер этой АФЛ движется непрерывно. Существуют некоторые сложности с этапом заливки, поскольку заливщику необходимо двигаться по участку заливки, заливать «на ходу», двигаясь со скоростью конвейера, и потом возвращаться к началу участка. Так же необходимо действовать и установщику стержней, при этом действовать надо предельно аккуратно. При выходе формы из автомата необходимо чтобы она не покорибилась и ровно встала на непрерывно движущийся конвейер.

Двухэтажные SPO сделаны таковыми с целью экономии пространства, что является, конечно же, плюсом, но это налагает и определённые трудности, связанные, прежде всего, с обслуживанием и ремонтом.

Так же у линии SPO может быть очень длинная линия охлаждения, т.к. если отливка крупная и необходимо много времени для ее охлаждения, а конвейер идет непрерывно, то приходится увеличивать линию охлаждения, тем самым терять свободное пространство в цехе.

Главным же недостатком является очень длинный «нос» в сторону плавильного отделения. То есть участок от сборки форм до участка заливки слишком длинный. На линии других типов металл стараются залить в формы быстро, чтобы избежать обвалов, заторов, перекосов стержней в форме, пока форма двигается по конвейеру.

Преимуществами линий этого производителя можно назвать их относительную простоту, производительность и качество.

Недостатком линии «Kuenkel Wagner» можно назвать импульсный конвейер, т.к. все технологические операции необходимо проводить во время остановок, это время необходимо рассчитывать под технологические операции. Также эти линии очень тяжёлые. Опки тяжёлые и дорогостоящие. Чтобы осуществлять охлаждение без опок, был разработан специальный узел. На выбивке применяется «прошиватель», который продавлиывает ком вниз. Опки не перегреваются и не «страдают», поэтому меньше затрат на ремонт опок.

На этапе заливки, если остановка длится меньше времени, чем требуется на заливку, то на линии «Kuenkel Wagner» предусмотрена специальная кнопка остановки конвейера на необходимое для заливки время. Сложность состоит в том, что остальные узлы АФЛ, в том числе автоматы, останавливаются на то время, которое нужно для заливки.

Плюсы линии - отливки изготавливаются с минимальными допусками основных размеров и высоким качеством литой поверхности. Возможно литьё очень крупных отливок.

На линии «HWS» используется импульсный метод уплотнения формы с последующим прессованием, что позволяет сделать равномерно уплотненную форму. Это очень быстрый способ уплотнения.

Линия HWS более современная, более легкая, подвижная, маневренная. На линии не используется встряхивание - это исключает вибрацию и удары. Обеспечивается высокое качество отливок по точности и шероховатости. Но существует и недостаток – это применение более сложной по конструкции модельной оснастки (поскольку метод уплотнения формы – импульс, стало быть, необходимо применение вент). Поэтому линия оправдывает себя только для производства сложных по конфигурации отливок.

2 Безопочные АФЛ.

Основные преимущества автоматических линий безопочной формовки по сравнению с опочной формовкой состоят в следующем: отсутствие опочной оснастки; отсутствие транспортных средств и механизмов для перемещения и манипуляций с пустыми опоками; простота устройства для выбивки форм; сравнительная простота автоматизации процесса изготовления форм; улучшенные условия вентиляции литейной формы; высокая производительность; экономия производственных площадей. Все это способствовало быстрому развитию и внедрению данного вида безопочной формовки как в России (СССР), так и за рубежом. Линии безопочной формовки предназначены для массового и крупносерийного производства мелких, преимущественно бесстержневых отливок 1-2 группы сложности. Первые отечественные автоматические линии безопочной формовки были разработаны институтом «НИИТАвтопром» и харьковским филиалом института «ВНИИЛитмаш».

2.1 Автоматическая формовочная линия типа «DISAmatic».

Фирма ДИСА - разработчик и основной поставщик линий безопочной формовки в вертикальную стопку на отечественный и зарубежный рынок для массового и крупносерийного производства мелких и средних отливок 1-3 групп сложности из чёрных металлов. Линии обладают высокой производительностью и надежностью.

На рис. 6 представлена компоновочная схема автоматической формовочной линии безопочной формовки модели ФСД2013 с указанием предельных изменений размеров отдельных узлов линии в зависимости от размеров формы, времени охлаждения и производительности. Изготовление формы осуществляется на однопозиционном автомате 1 пескодувно-прессовым способом в шесть этапов: надув смеси в формовочную камеру, двухстороннее прессование формы, вытяжка поворотной плиты, сборка формы и транспортировка горизонтальной стопки, вытяжка пресс-плиты, закрытие формовочной камеры.

По мере продвижения стопки по конвейеру 3 форма на позиции 8 заливается металлом, и далее стопка транспортируется на ленточный охладительный конвейер 4, проходит через выбивное устройство 6 и поступает в выбивной барабан 5.

В табл. 4 (см. стр. 38) представлены основные технические характеристики линии модели ДИСА 2013.

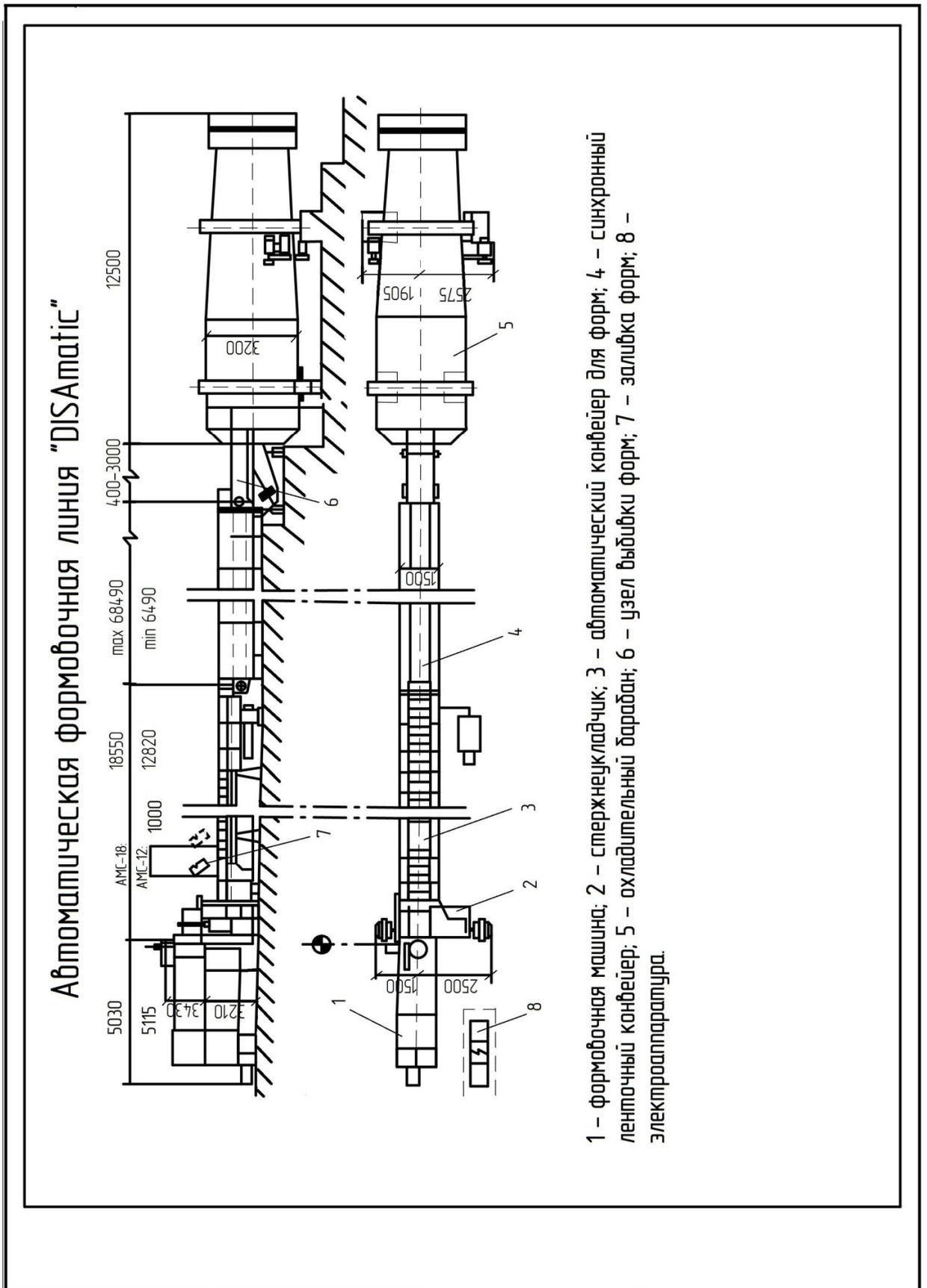


Рис.6 - Автоматическая формовочная линия типа «DISAmatic».

2.2 Автоматическая формовочная линия «Georg Fischer».

Фирма «Георг Фишер» разработала автоматическую линию безопочнойформовки в горизонтальную парную стопку, компоновочная схема которой приведена на рис. 7. Данные линии рационально использовать в серийном производстве мелких отливок 1-2 групп сложности.

Формовка осуществляется на четырехпозиционном формовочном автоматекарусельного типа вибрационно-прессовым уплотнением дифференциальной многоплунжерной головкой под высоким давлением. На линии установлено два автомата для отдельного производства верхней и нижней полуформ. На первой позиции жакет соединяется с модельной плитой, заполняется формовочной смесью, которая уплотняется многоплунжерной головкой с одновременной вибрацией при давлении 1,0 МПа. На позиции *IV* полуформа переворачивается на 180°, на *III* позиции осуществляется контроль качества и простановка стержней в нижнюю полуформу. На *II* позиции происходит сборка формы и выталкивание ее на шаговый конвейер 2. На позиции 4 на форму устанавливается груз 5. Перед заливкой форма фиксируется устройством 6 и заливается металлом с автоматической заливочной установки 7. Залитые формы с литейного конвейера толкателем 9 перемещаются на охлаждающий конвейер 10, с которого они сталкиваются толкателем 9 для окончательного охлаждения в башенный охладитель 12. После охлаждения форма с отливкой по вибрационному конвейеру 11 поступает на выбивную решетку 14, где происходит отделение фоники от формовочной смеси. Груз с формы снимается перед выбивкой устройством 13 и передается на позицию загрузки формы 4. Далее цикл повторяется. На автомате можно формоватьодновременно модели четырех разных наименований моделей.

Техническая характеристика автоматической линии: габариты формы, мм - 620x500x150/150; цикловая производительность, форм/ч - 240; давление прессования, МПа - 1,0 (кгс/см²); время охлаждения отливок, мин - 22-30.

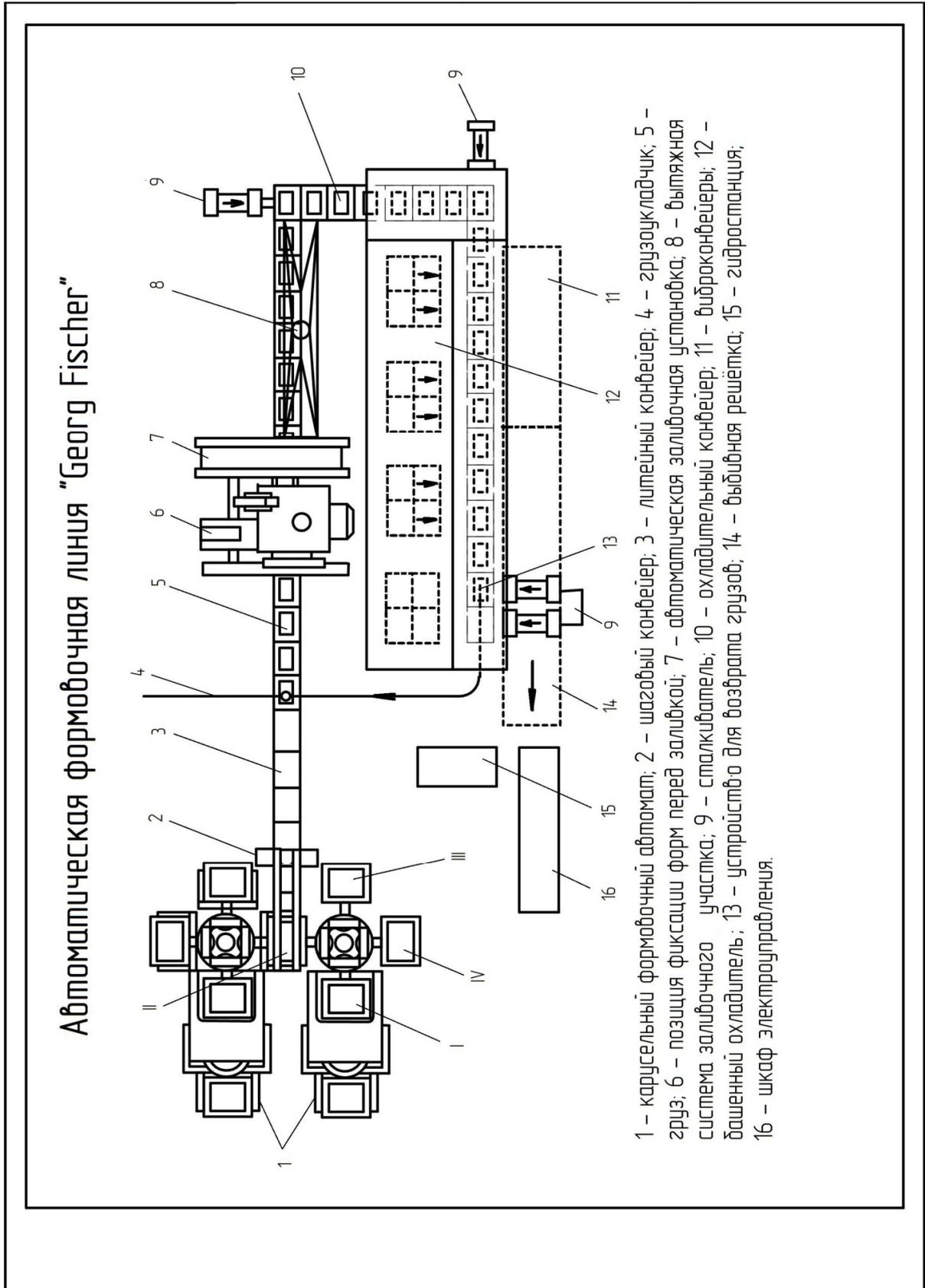


Рис.7 - Автоматическая формовочная линия «Georg Fischer».

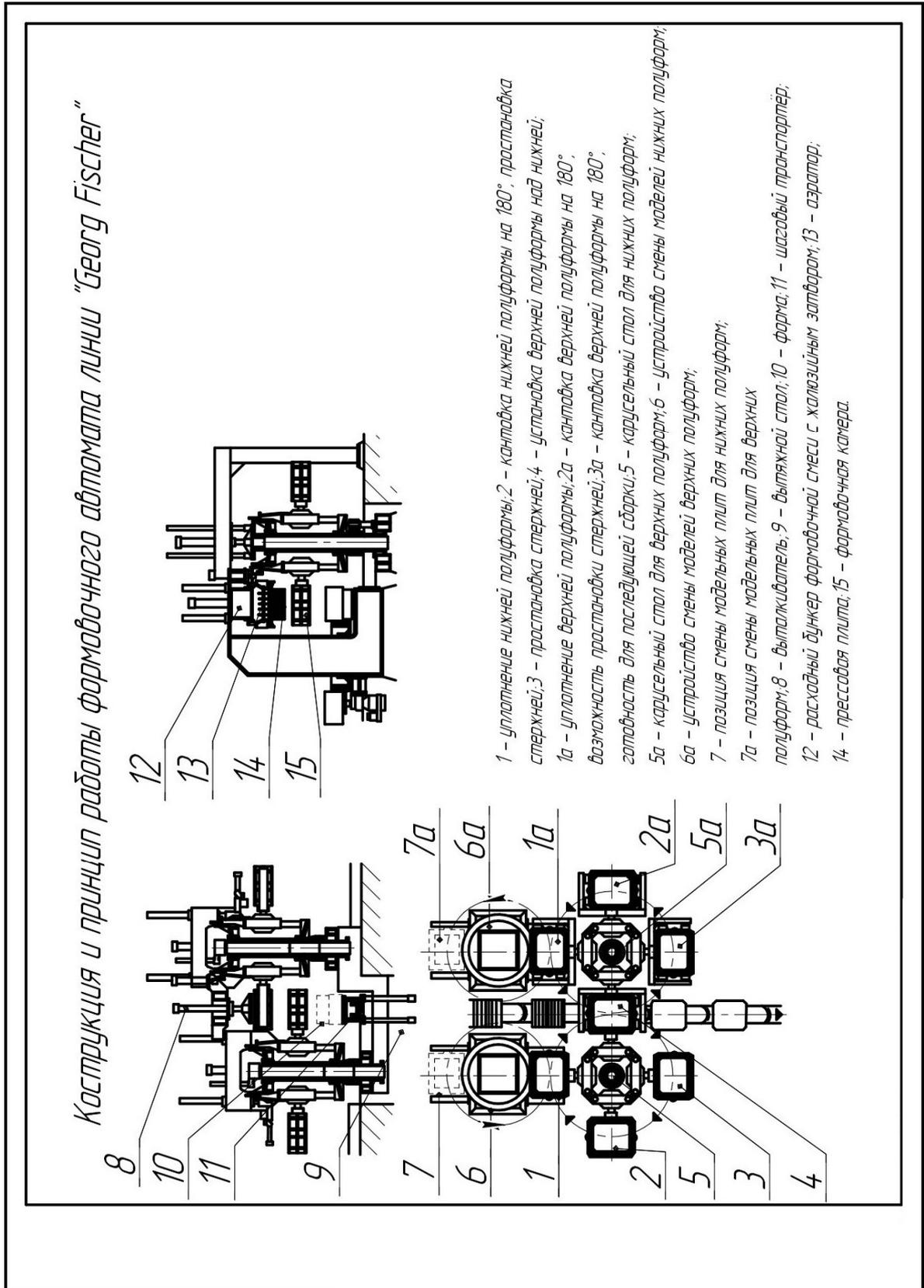


Рис.8 - Формовочный автомат «Georg Fischer».

2.3 Автоматическая формовочная линия «Gisablock 35».

Большим преимуществом данной машины является наличие поворотного стола с набором модельных плит – это позволяет бесппроблемно переходить с одной номенклатуры отливок на другую, что крайне важно в условиях мелкосерийного производства и рыночной экономики.

В нашей стране Гиза 35 применялась на заводе "Станколит" в первом варианте исполнения. Однако, с развалом завода дальнейшая её судьба неизвестна.

Рассмотрим общий принцип работы линии (рис. 9):

- Вначале формуется полуформа низа на формовочном автомате 1.
- Полуформа низа поступает на место простановки стержней, где п/ф передвигаются по "принципу пятнашек".
- Происходит скрепление п/ф низа и верха (выдавливанием кома) и ком подаётся на разливочный участок.
- После заливки металла происходит установка груза и жакета агрегатом 6.
- При помощи механизма подачи 7 залитые формы попадают на охлаждающий конвейер.
- Механизм выдачи 8 осуществляет выдачу отливок.

Более подробно необходимо рассмотреть позицию 3 (см. рис. 10):

- тележка с полуформой низа поступает на подъёмник и поднимается до уровня, на котором формуется п/ф верха
- цилиндр, расположенный над верхней п/ф через присоединённую к нему плиту передаёт усилие на поверхность п/ф, одновременно с этим подъёмник начинает поступательное движение вниз
- вследствие такого выдавливания полуформы верха и низа образуют ком, который при помощи тележки подаётся на следующие операции.

Следует отметить, что скрепление полуформ осуществляется выдавливанием кома к смеси, применяемой на линии, не предъявляется никаких особых требований, что подчёркивает её универсальность.

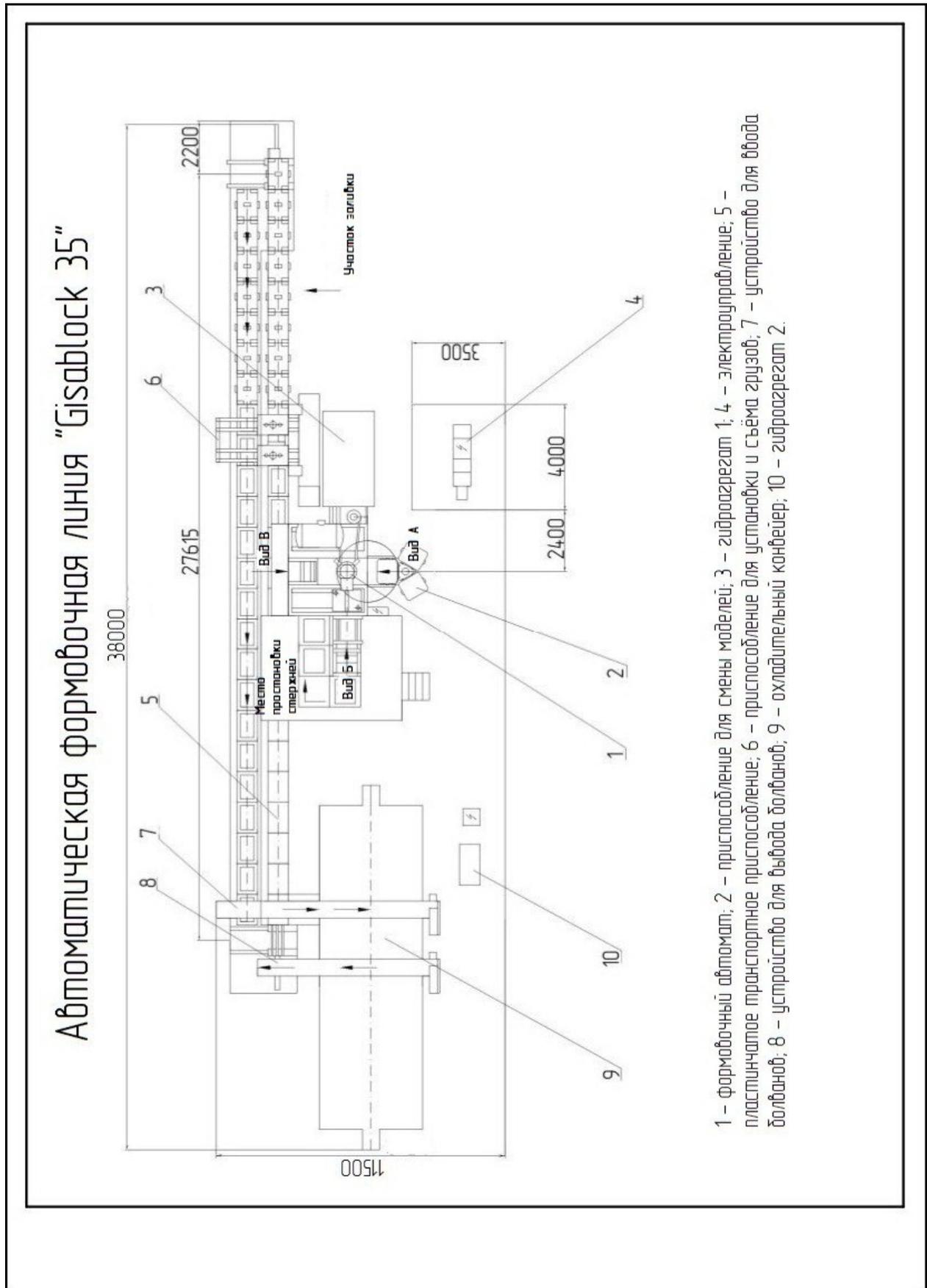


Рис.9 - Автоматическая формовочная линия «Gisablock 35».

Автоматическая формовочная линия "Gisablock 35". Виды

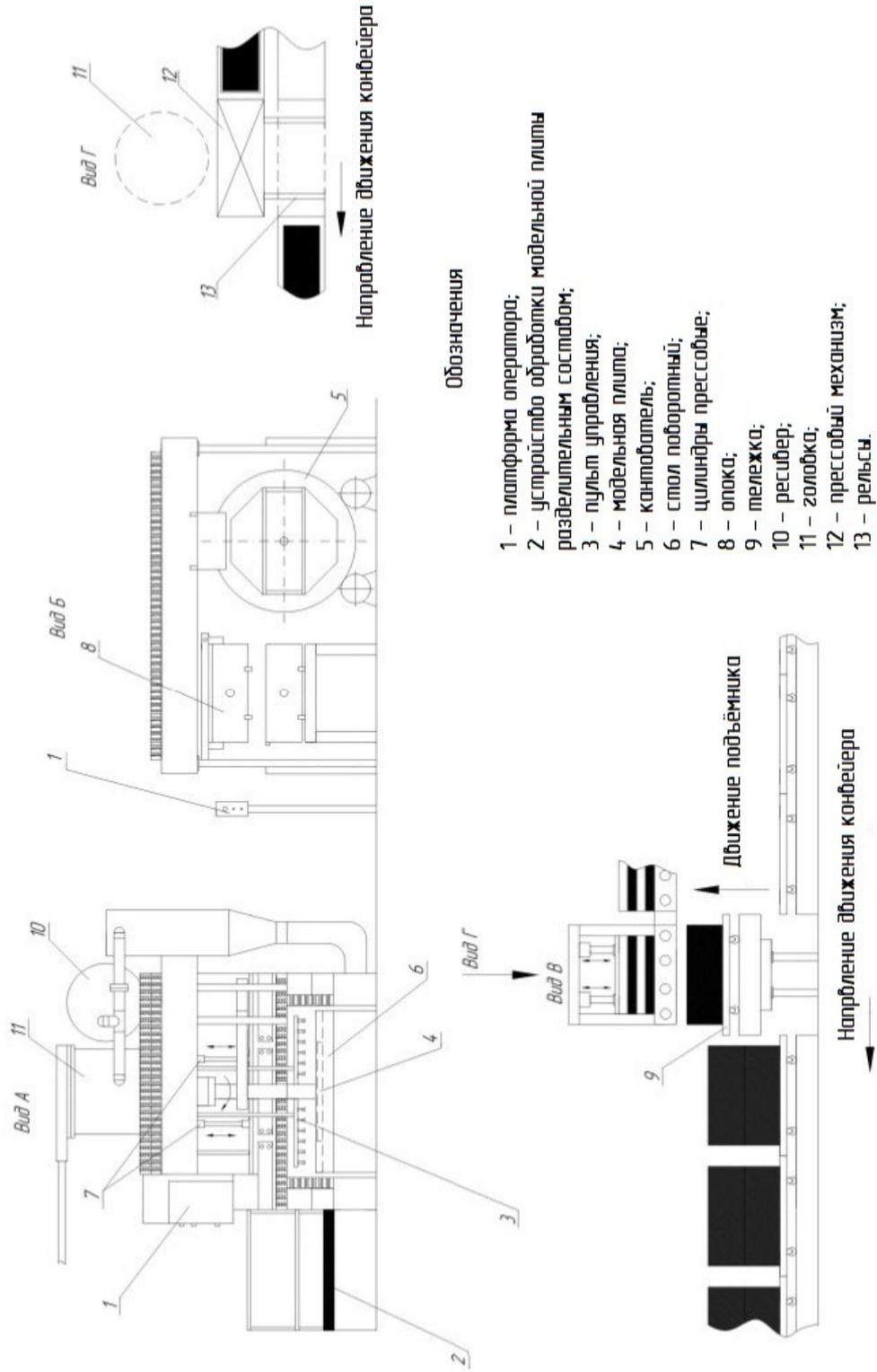


Рис.10 - Автоматическая формовочная линия «Gisablock 35». Виды.

Жакет, упомянутый выше, имеет оригинальную конструкцию, представленную на рисунке 10. Как видно из рисунка, боковые стороны кома прижимаются подпружиненными пластинами, которые в свою очередь надёжно связаны с торцевыми пластинами. Ком таким образом получается надёжно укрыт со всех сторон.

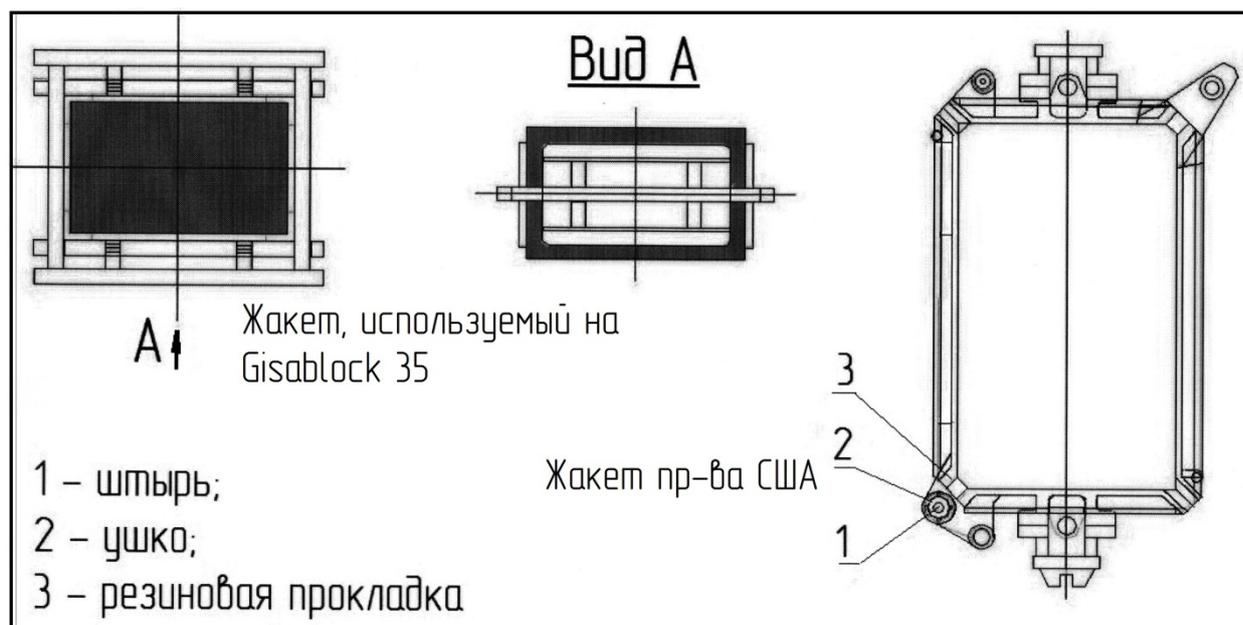


Рис.11 – Жакет.

Принцип действия этого жакета аналогичен принципу, который применялся на формовочной машине пр-ва США, патент № 3630268. (жакет этой формовочной машины также представлен на рисунке 10).

Вкратце принцип таков – изначально штырь 1 находится в ушке 2. Если отжать штырь вниз, то между ним и ушком образуется небольшой зазор, при этом резиновая прокладка 3, зажатая до этого в стыке между половинками опоки, разжимается и отталкивает половинки опоки одну от другой.

2.4 Выводы по разделу.

К достоинствам автоматических формовочных линий типа «DISAmatic» можно отнести их высокую производительность и, кроме того, надёжность. К недостаткам же – вертикальную форму разъёма, что само по себе недостатком не является, но накладывает определённые ограничения на размеры формы, т.к. из-за разности давления расплава возникает вероятность появления подутя отливки. Эту проблему, вероятно, может решить специально подобранный метод уплотнения формы и строгое соблюдение его технологии, но пока существенных результатов достигнуть в этой области не удаётся. Ещё один недостаток, вытекающий из вертикальной формы разъёма – ограниченный выбор при формировании комплекта отливок в связи с особенностью простановки стержней (ставятся замки на стержнях).

Линия «Georg Fischer» лишена этих недостатков, поскольку в случае использования горизонтального разъёма, вероятность подутя симметричной (равностенной) отливки отпадает. Кроме того, на формовочном автомате так называемого карусельного (револьверного) типа можно формовать одновременно четыре разных наименования моделей. К недостаткам относится сложность линии в целом и её формовочного автомата в частности.

Большим преимуществом формовочной машины линии «Gisablock 35» является наличие поворотного стола с набором модельных плит – это позволяет бесппроблемно переходить с одной номенклатуры отливок на другую, что крайне важно в условиях мелкосерийного производства и рыночной экономики. Недостаток, опять же, в сложности оборудования.

Заключение.

На сегодняшнем этапе развития технологий в мире, когда производство растёт стремительными темпами, т.е. когда речь идёт не только об увеличении количества выпускаемой продукции, а также и о принципиально новом подходе к её качеству, трудно переоценить необходимость в совершенствовании нынешних автоматических комплексов, повышать их производительность и надёжность, создавать новые.

Уже сегодня существуют формовочные линии способные выдавать более 400 форм/час. И нельзя считать, что высокая производительность есть следствие безупречной и высокопроизводительной работы какого-либо определённого компонента линии (формовочной машины, сборщика форм, прочее) – нет, это результат работы всей системы в целом, синхронизированной работы, когда работа определённого узла не вызывает простоев, по причине того, что операция, проводимая на нём, требует большего времени, чем предыдущая.

В современной промышленности на Западе широчайшее распространение получила безопочная формовка. Такой вид формовки в условиях массового производства отливок обеспечивает большой технико-экономический эффект благодаря сокращению капиталовложений на опочное оборудование (для производства опок используются высококачественные материалы, также масса опоки составляет в среднем 30% от массы кома, что увеличивает транспортные расходы).

Одни из первых патентов были взяты на формовочные машины для производства безопочных форм с горизонтальным разъёмом. (например, патент США № 12911996). Однако, эти машины были далеко не совершенны и имели ряд существенных недостатков, главными из которых являлись засыпка вручную формовочной смеси в опоки и съём готовых форм с формовочной машины.

Дальнейшая разработка и усовершенствование машин безопочной формовки обеспечили полную автоматизацию производственного цикла.

Процесс усовершенствования вёлся по трём основным направлениям:

- Формовка в парных полуформах.
- Формовка в стопку с вертикальным разъёмом.
- Формовка в стопку с горизонтальным разъёмом.

Проведённый анализ патентной литературы за последние 10 лет показывает, что наибольшее количество изобретений в области безопочной формовки относится к способу и устройствам для формовки в парных полуформах. Автоматические и полуавтоматические машины для осуществления этого способа в условиях конвейерного производства

характеризуются сравнительно высокой сложностью конструкции. Формы, изготавливаемые таким способом, как правило, транспортируются на последующие операции только при наличии опорных щитков и жакетов. Чаще всего, на машинах этого типа для введения и уплотнения формовочной смеси применяется пескодувно-прессовый способ.

Линии формовки в стопку с вертикальным разъемом получили довольно широкое распространение и в нашей стране (например, DISA 2013, DISA2112 МКЗ, с размером комьев 500X600 и 600X700). Известны также линии и с очень большими размерами комьев, примером такой линии может служить разработка Combustion Engineering (Англия, патент № 1325215). Но всё же недостатки, упомянутые выше, очевидны.

Безусловно, трудно сказать, что одна линия лучше другой, поскольку производительность выше и т.п. Линии создаются под определённые цели, т.е. учитывается ряд факторов, как, например, необходимое количество выпускаемой продукции, вес отливок и т.д. Автоматическая формовочная линия будет предпочтительна при проектировании цеха в случае соответствия нашим потребностям. Но, разумеется, конкуренция среди производителей АФЛ имеет место быть. По уровню автоматизации, а также по ряду других показателей среди линий одного класса могут быть существенные различия. И при детальном и вдумчивом анализе с лёгкостью можно подобрать оборудование, удовлетворяющее целиком и полностью потребности производства, а также позволяющее добиться максимально выгодного производства с точки зрения экономики. Все же линии – и опочные, и безопочные – имеют свои преимущества и недостатки. И поэтому важно правильно расставить приоритеты. Например, если необходимо выпускать крупногабаритные отливки, то наш выбор падёт на опочные линии. В условиях мелкосерийного производства или производства, при котором необходима быстрая смена одной номенклатуры отливок на другую, мы выберем соответствующую линию, т.е. линию, позволяющую это сделать. И так можно перечислять без конца.

Далеко не все способы формовки (в частности, комбинированной) до конца изучены, не все варианты компоновки линий созданы и испытаны. Будущее за новыми идеями, нетрадиционными подходами к созданию инновационных технологий, нестандартными путями к решению тех или иных проблем. Всё это невозможно без должного, прилежного отношения к процессу обучения.

Технические характеристики.*

Таблица 1 - Техническая характеристика АФЛ «SPOMATIC».

Размер опоки, мм	900x700x300(800x700x250)
Производительность, форм/час	160(180)
Вес отливок, с	До 60(до 40)

Таблица 2 - Техническая характеристика АФЛ «KuenkelWagner».

Размер опоки, мм	1100x750x285
Производительность, форм/час	240
Темп движения конвейера, с	15(6 – перемещение, 9 – остановка)
Шаг конвейера, мм	1575

Таблица 3 - Техническая характеристика АФЛ «HeinrichWagnerSinto».

Размер опоки, мм	1000x700x250
Производительность, форм/час	150
Давление прессования, МПа	0,8
Время охлаждения отливок, мин	25-30

Таблица 4 - Техническая характеристика АФЛ «DISAMATIC».

	Тип А	Тип В	Тип С
Размер опоки, мм	600x480x120...405	650x535x120...405	675x550x120...405
Производительность, форм/час	б/с – 500 с/с - 400	б/с – 500 с/с - 400	б/с – 500 с/с - 400
Давление прессования, МПа	0,4 – 1,2	0,4 – 1,2	0,4 – 1,2
Длина конвейера, мм	86500	86500	86500
Максимальный расход формовочной смеси, т/час	70	84	91
Расход воздуха, м ³ /мин	9	10	11

*Неполные, по имеющимся данным. Для более подробной информации предлагаем посетить сайты производителей и дистрибьюторов (Ссылки см. на стр. 37).

Таблица 5 - Техническая характеристика АФЛ «GeorgFischer».

Размер опоки, мм	620x500x150
Производительность, форм/час	240
Давление прессования, МПа	1,0
Время охлаждения отливок, мин	22-30

Таблица 6 - Техническая характеристика АФЛ «Gisablock 35»

Размер формовочного болвана, мм	900x710x320
Давление прессования, МПа	1,0
Время охлаждения, сек	90
Расход формовочной смеси, м ³ /ч	60

Список литературы.

1. Шуляк В.С. Автоматические комплексы в литейном производстве. - М.: «Издательство МГИУ», 2008.
2. Благонравов Б. П. Машины литейного производства. Учебное пособие по курсу «Машины литейного производства» для студентов специальности «Машины и технология литейного производства». - М.: МАМИ, 1979.
3. Аксёнов П. Н., Орлов Г. М. и Благонравов Б. П. Машины литейного производства. Атлас конструкций. Учебное пособие для машиностроительных вузов по специальности «Машины и технология литейного производства». - М.: «Машиностроение», 1972.
4. Аксёнов П. Н. Оборудование литейных цехов. Учебник для машиностроительных вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: «Машиностроение», 1977.
5. Проспекты: DISA, SPO, KW, HWS, GF.
6. Благонравов Б. П., Зеленов Е. В. Методическая разработка «Варианты исполнения и принцип работы «GISABLOCK 35», 2007.
7. Евсеев В.И., Ищенко А.А. Публикация «Проблемы литейного производства». - М.: Журнал «Промышленный вестник» № 4/138-2009.

Ссылки*

<http://www.emi-inc.com/AutomatedMoldingSPO.html>
<http://www.kuenkel-wagner.com/>
<http://www.wagner-sinto.de/>
<http://www.disagroup.com/>

Принятые сокращения**

Рис. – рисунок, *Т.е.* – то есть, *Т.п.* – тому подобное, *Табл.* - таблица
Т.д. – так далее, *См.* – смотрите, *Стр.* – страница, *Проч.* – прочее.

*Информационного ресурса, посвящённого линии «G. Fisher» найти не удалось
 Также рекомендуем посетить русскоязычные сайты дистрибьюторов. Для этого необходимо вбить в строку поиска соответствующий запрос

**Сокращения, касающиеся размерностей, смотрите в соответствующих технических справочниках

Учебное издание

Пономарёв Алексей Алексеевич
Благодравов Борис Пантелеймонович
Ртищев Денис Игоревич
Рыбин Станислав Александрович

**ОСНОВЫ ГИБКОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОИЗВОДСТВА
АВТОМАТИЧЕСКИЕ ФОРМОВОЧНЫЕ ЛИНИИ**

Под редакцией авторов

*Оригинал-макет подготовлен редакционно-издательским отделом МГТУ
«МАМИ»*

По тематическому плану внутривузовских изданий учебной
литературы на 2010г., доп.

Подписано в печать 08.07.2010. Формат 60x90 1/16. Бумага 80 г/м²
Гарнитура «Таймс». Ризография. Усл. печ. л. 2.4.
Тираж 45 экз. Заказ № 104-10.

МГТУ «МАМИ»
107023, г. Москва, Б. Семёновская ул., 38