



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-4-33-37>
УДК 621.74

Поступила 20.10.2021
Received 20.10.2021

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНО-СТОПОЧНОЙ ФОРМОВКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК БЕЗ ЛИТЕЙНЫХ УКЛОНОВ

В. В. ФОНОВ, С. Н. ГРЕЧАНИК, Д. М. ГОЛУБ, ОАО «БЕЛНИИЛИТ»,
г. Минск, Беларусь, ул. Машиностроителей, 28. E-mail: d.golub@belniilit.by. Тел.: +375-17-3586782

В статье сообщается о новой технологии и оборудовании вертикально-стопочной формовки (ВСФ), созданных в ОАО «БЕЛНИИЛИТ» для изготовления вертикально-стопочных форм. Разработка предназначена для получения форм и литых заготовок маслот, которые в дальнейшем используются для изготовления поршневых колец двигателей внутреннего сгорания.

Отличие приведенной технологии от традиционных методов ВСФ заключается в применении моделей без уклонов. Разработка носит экспортноориентированный характер, имеет большой экономический эффект для предприятий-производителей колец в связи с отсутствием уклонов на отливках, так как исключается часть механических операций по их обработке, снижается металлоемкость заготовок, уменьшаются требуемые в связи с этим производственные площади, необходимые трудовые ресурсы и т. д.

В ОАО «БЕЛНИИЛИТ» успешно проведены опытно-конструкторские и опытно-технологические работы по созданию новой научно-технической продукции, к которой проявляют большой интерес мировые производители поршневых колец. Изготовлены промышленный образец формовочной машины и манипулятор форм.

Ключевые слова. Формовка, формовочная машина, форма, стопка, стопочная отливка, опока, заготовка литая, маслота новая, уклон, твердость, технология, кольцо поршневое, двигателестроение, двигатель внутреннего сгорания, твердость, уплотнение, манипулятор, прессование.

Для цитирования. Фонов, В. В. Технология и оборудование вертикально-стопочной формовки для изготовления отливок без литейных уклонов / В. В. Фонов, С. Н. Гречаник, Д. М. Голуб // Литье и металлургия. 2021. № 4. С. 33–37. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-4-33-37>.

TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF VERTICAL-STACK MOLDING FOR THE PRODUCTION OF CASTINGS WITHOUT PATTERN DRAFTS

V. V. FONOV, S. N. GRECHANIK, D. M. GOLUB, OJSC “BELNIILIT”,
Minsk, Belarus, 28, Mashinostroiteley str. E-mail: d.golub@belniilit.by. Tel.: +375-17-3586782

The article reports on the new technology and equipment of vertical-stack molding (VSM), created by OJSC “BELNIILIT” for the manufacture of vertical-stack molds. The development is intended for the production of molds and cast blanks of oil, which are later used for the manufacture of piston rings of internal combustion engines.

The difference between the above-mentioned technology and traditional methods of VSM is the use of models without drafts. The development is export-oriented and has a great economic effect for ring manufacturers due to the absence of drafts on castings, since part of the mechanical operations for their processing is excluded, the metal consumption of blanks is reduced, the production spaces required in this regard are reduced, the necessary labor supply is reduced, etc.

OJSC “BELNIILIT” has successfully carried out experimental design and technological work on the new scientific and technical products creation, which are of great interest to the world manufacturers of piston rings. An industrial sample of a molding machine and a mold manipulator were manufactured.

Keywords. Molding, molding machine, mold, stack, stack casting, box-form, blanks, cast, oil, new, draft, hardness, technology, ring, piston engine-building, internal combustion engine, hardness, sealing, manipulator, pressing.

For citation. Fonov V. V., Grechanik S. N., Golub D. M. Technology and equipment of vertical-stack molding for the production of castings without pattern drafts. Foundry production and metallurgy, 2021, no. 4, pp. 33–37. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-4-33-37>.

Развитие рынка оборудования для производства отливок поршневых колец требует систематического совершенствования технологии и оборудования с целью повышения производительности, качества поршневых колец двигателей внутреннего сгорания и максимального исключения отрицательного влияния человеческого фактора при их производстве.

В ОАО «БЕЛНИИЛИТ» в результате выполненных работ при финансовой поддержке централизованного фонда ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» исследованы и получили практическое разрешение проблемные вопросы уплотнения и вытяжки из формы моделей без литейных уклонов. Разработана технология и создан комплект оборудования для изготовления песчано-глинистых вертикально-стопочных форм с целью производства отливки «маслота» без литейных уклонов. Отработана технология получения форм высокого качества, спроектирован и изготовлен технологический комплекс мод. 7260, включающий формовочную машину мод. 4850 и манипулятор мод. П1940 (рис. 1, см. таблицу). Разработка носит экспортоориентированный характер.

Технология позволяет на существующих предприятиях увеличить выпуск заготовок поршневых колец в 4–6 раз по сравнению с технологией двойной заготовки. Оборудование может встраиваться в автоматическую и механизированную линию.

При использовании технологического процесса литья в песчано-глинистые формы (ПГФ) «маслота» представляет собой тонкостенную втулку (рис. 2, а) из серого или высокопрочного чугуна высотой 32–40 мм, которая после снятия литейных уклонов 1–2° на специальных токарных станках разрезается на 4–6 заготовок поршневых колец в зависимости от их толщины.

В результате испытаний оборудования ОАО «БЕЛНИИЛИТ», разработанного технологического процесса получения форм для отливок «маслота» без литейных уклонов (рис. 3), получены отливки маслот с размерами: диаметр – 110 мм, высота – 32 мм, толщина стенки – 6,5 мм. Экспериментами установлено, что оптимальная высота маслот при таком технологическом процессе должна составлять 32–35 мм. При высоте более 35 мм изменяется структура металла по высоте отливки, что может привести к разным по качеству поршневым кольцам после механической обработки.



Рис. 1. Технологический комплекс мод. 7260

Технические характеристики комплекса

Режим работы комплекса	Автоматический	Высота опоки, мм	45
Тип машины формовочной	Трехпозиционная карусель	Максимальная высота стопки форм, мм	650
Способ формообразования	Прессование	Максимальная высота модели, мм	32
Тип привода	Гидравлический, пневматический, электрический	Максимальный диаметр модели, мм	110
Время изготовления одной формы, с	6,5	Установленная мощность, кВт	24
Размер опоки в свету, мм: длина / ширина	395 / 370	Габаритные размеры комплекса без гидростанции и шкафа управления, мм: длина / ширина / высота	4095 / 2305 / 2865
Литейные уклоны на моделях	Отсутствуют	Масса комплекса, кг	5600
		Количество обслуживающего персонала, чел.	1

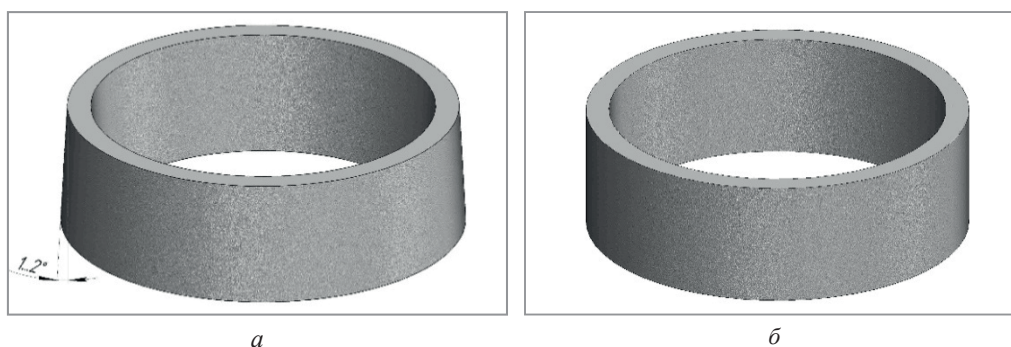


Рис. 2. Маслотные заготовки поршневых колец высотой 32–40 мм: *а* – традиционная отливка маслотной заготовки для производства поршневых колец с уклонами; *б* – отливка «маслота» без литейных уклонов

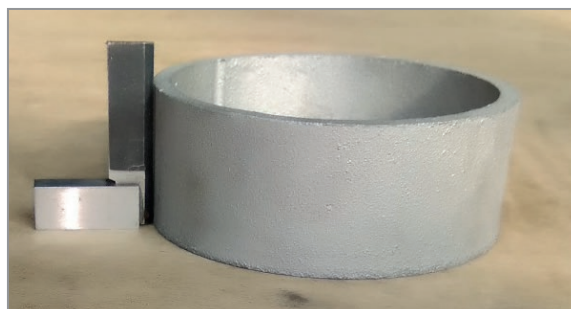


Рис. 3. Полученная отливка маслотной заготовки

Формовочный комплекс работает в автоматическом режиме. Согласно циклограмме, комплекс может производить 25 вертикальных стопочных форм в час. Стопка состоит из 13 полуформ, нижняя полуформа металлом не заливается. Размер опоки – $370 \times 395 \times 45$ мм, а высота формы – около 50 мм. Толщина формы регулируется в автоматическом режиме.

Формовочная машина и манипулятор (см. рис. 1) функционально связаны между собой. Управление выполнением очередности операций осуществляется с панели оператора. Процесс уплотнения и вытяжки моделей является ноу-хау ОАО «БЕЛНИИЛИТ».

Твердость форм имеет высокие и равномерные показатели по толщине и площади со стороны лада и контрлада опоки и составляет до 98 ед. При изготовлении форм применяли сырые песчано-глинистые формовочные смеси с прочностью $1,0\text{--}1,4$ кг/см² (рис. 4).

Разработанный манипулятор можно применять на действующих литейных предприятиях для оснащения работающих формовочных машин мод. 4812 для исключения тяжелого и монотонного труда оператора.

Во время отработки технологии формообразования проводили исследования на предмет влияния наличия вибрации на показатели значений твердости поверхности формы со стороны лада и контрлада опоки, определяли оптимальное усилие прессования для получения качественной формы.

Конструкция системы управления формовочной машиной позволяет адаптировать процесс уплотнения и засыпки под различные свойства сырых песчано-глинистых формовочных смесей, применяемые в литейном производстве.

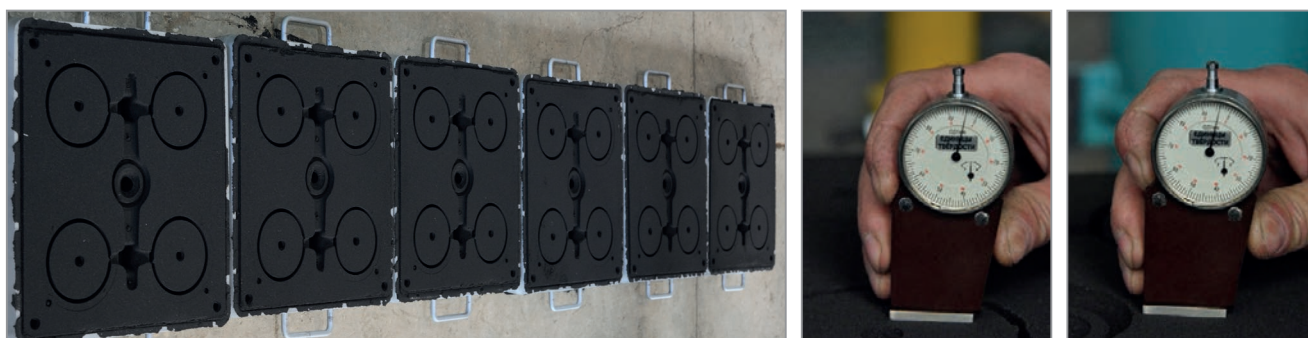


Рис. 4. Полученная форма и показатели твердости в разных точках

В результате проведенных работ установлено, что наличие вибрации при прессовании практически не влияет на показания твердости формы в ее центральной части и имеет существенное значение на периферии опоки и в местах расположения моделей, а также между моделью и опокой. Разница в центре и на периферии опоки с вибрацией и без нее достигает до 8–9 ед. твердости, что не приемлемо для производства отливок поршневых колец. Разница в твердости объясняется физическими процессами текучести песчано-глинистой формовочной смеси в трудноуплотняемых местах при уплотнении смеси прессованием, уменьшением ее коэффициента внутреннего трения (рис. 5). Вибрация придает частицам смеси вынужденные колебания и способствует равномерному предварительному распределению смеси в опоке в процессе ее засыпки, увеличению ее текучести в процессе деформации прессованием с учетом конструктивных особенностей уплотняющего узла новой машины.

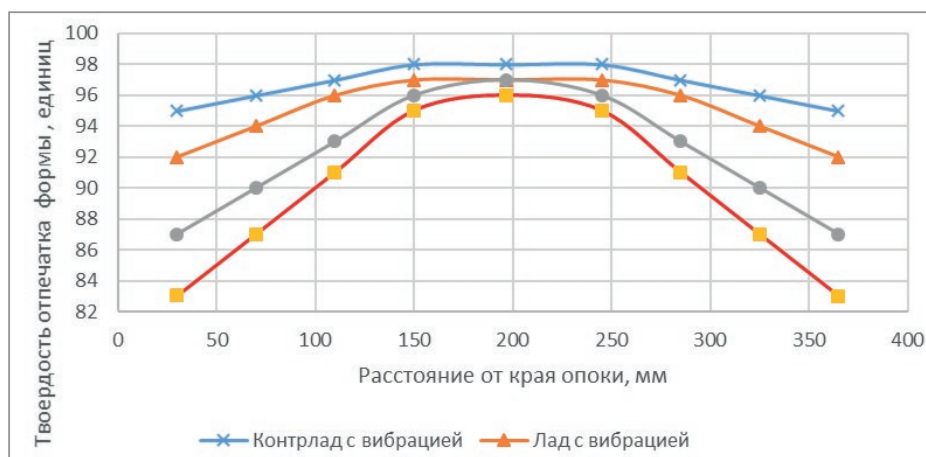


Рис. 5. Распределение значений твердости на плоских поверхностях формы

Сравнение технологических процессов: существующего и нового

1. **Существующий технологический процесс.** Производство вертикальных стопочных форм на формовочных машинах модели 4812 для получения одинарных и двойных заготовок поршневых колец.

Количество поршневых колец после разрезки сдвоенной заготовки – 2 ед. (рис. 6). Максимальная высота отливки – 14,8 мм. Время изготовления одной полуформы – 6 с. Количество полуформ в стопке – 17 шт. Масса одной полуформы – 7 кг. Размер опок в свету – 395 × 345 мм. Высота опоки – 30–35 мм. Операции разборки выбитых стопок и сборки полуформ в стопку осуществляются оператором вручную или манипулятором.

2. **Новый технологический процесс.** Количество поршневых колец после разрезки масляной заготовки – до 6 ед. (рис. 7). Максимальная высота отливки – 32 мм. Время изготовления одной



Рис. 6. Сдвоенная заготовка



Рис. 7. Масляная заготовка

полуформы – 6,5 с. Количество полуформ в стопке – 13 шт. Масса одной полуформы – 20 кг. Размер опок в свету – 395 × 370 мм. Высота опоки – 45 мм. Операции разборки выбитых стопок и сборки полуформ в стопку осуществляются манипулятором. Действия оператора заключаются в наблюдении за комплексом или несколькими формовочными линиями.

Достоинства применяемой технологии и оборудования ОАО «БЕЛНИИЛИТ»:

1. Оборудование разработано на базе модели формовочной машины 4812, которая себя полностью положительно зарекомендовала для изготовления вертикально-стопочных форм, в том числе и за рубежом.
2. Отсутствие уклонов на литой заготовке – снижение потребления электроэнергии на выплавку «лишнего» металла, уменьшение количества механообработки, ускорение процесса и т. д.
3. Технология вытяжки и конструкция узла протяжки моделей в формовочной машине полностью исключают брак форм по отрыву «болванов».
4. Увеличение производительности участка с единицы занимаемой оборудованием площади.
5. Использование современных комплектующих мировых лидеров, применение панели оператора исключает сбой в работе оборудования и упрощает работу оператора.
6. Твердость форм имеет высокие и равномерные показатели по толщине и площади со стороны лада и контрлада опоки.