

ОСВОЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ОТЛИВОК БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЯ МАЛОЙ РАЗМЕРНОСТИ «ВАЗ – 343»

А.Г. Ферাপонтов, В. Л. Юрьев, И. В. Коричко,

АО «АВТОВАЗ» с 1995 года совместно с ОАО ХК «БАРНАУЛТРАНСМАШ» ведет разработку конструкции дизельных двигателей для автомобилей ВАЗ. Актуальность этого направления в легковом отечественном автомобилестроении подтверждается опытом ведущих инофирм и востребованностью автомобилей с дизельным двигателем на рынке.

В настоящее время АО «БАРНАУЛТРАНСМАШ» выпускает вихрекамерные дизели малой размерности 1,5 литра, как для поставки АО «АВТОВАЗ» и установки их на автомобили ВАЗ-21045, так и для нужд народного хозяйства в качестве модулей, ДГУ – реализуемых самостоятельно. Одновременно нашим АО совместно с АО «АВТОВАЗ» ведутся работы по освоению, испытаниям и сертификации дизельного двигателя «ВАЗ-343» с рабочим объемом 1,8 литра, обеспечивающего выполнение норм токсичности «Евро – 2» для автомобилей ВАЗ-21048 и ВАЗ-21215, а также для ДГУ – 24 и 30 кВт.

Блок цилиндров – основная, наиболее сложная и ответственная деталь двигателя, масса блока составляет 20% массы двигателя.

При освоении производства отливок детали 343 – 1002015 «Блок цилиндров» для дизе-

Таблица - 1 – «Химический состав сплава СЧ-25 отливок блока цилиндров».

Массовая доля элементов, %							
C	Si	Mn	Cr	Ni	Sn	S	P
3,0-3,3	1,8-2,2	0,5- 0,7	0,1- 0,2	0,3- 0,5	0,07- 0,12	до 0,06	до 0,1

Примечание: Указанный химический состав является рекомендуемым, кроме содержания серы и фосфора при условии обеспечения механических и структурных характеристик, приведенных в таблице 2. Допускается содержание серы до 0,1% при обеспечении механических свойств чугуна.

Таблица - 2 – «Механические свойства и структура материала в литом состоянии».

Контролируемые параметры свойств материала отливки	Значение
Временное сопротивление при растяжении σ_b МПа (кгс/мм ²): - прилитый образец, не менее - образец, вырезанный из отливки - среднее значение образцов, вырезанных из отливки (8 образцов по схеме)	250 (25) ≥200 (20) ≥220 (22)
Твёрдость по Бринелю, НВ	190-230
Графит	Металлическая основа
1.Форма включений ПГф1, ПГф2 2.Размер включений ПГд25-ПГд180 3.Количество включений ПГ10-ПГ12 4.Распределение включений ПГр1, ПГр2	Перлит пластинчатый. Допускается: - феррит не более 5% - цементит и свободные карбиды – следы (<1%)

Для проверки соответствия качества отливок предъявляемым требованиям проводят 100% неразрушающий контроль твердости металла, 100% проверку внутренних и внешних поверхностей на отсутствие литейных дефектов.

Технология изготовления стержней.

На основе анализа технологий, применяемых в литейном цехе, было принято решение изготавливать стержни гильзовых отверстий из холоднотвердеющей смеси (ХТС), стержень водяной полости изготавливается из смеси ПВС. Применение ХТС с отверждением в стержневых ящиках позволило получать стержни с требуемой геометрической точностью.

Ввиду того, что требуется обеспечить высокую точность геометрических размеров в сочетании с минимальными толщинами стенок (4мм), внутреннюю полость отливки блока цилиндров изготавливают в виде единого пакета стержней, собранного по кондуктору, обеспечивающему контроль геометрии.

Качество подготовки холоднотвердеющей смеси, стержней и пакета в целом – важнейшее условие для получения отливок без литейных дефектов и с требуемыми геометрическими параметрами.

Для изготовления стержней из ХТС и ПВС применяют пески кварцевые марки 5К₃О₃О2 Балашейского горно-обогатительного комбината.

Изготовленные стержни гильзовых отверстий выдерживают в течение суток на сушильных плитах, затем окрашивают противопопригарной маршалитовой краской, с плотностью 1,58-1,60 г/см³ и прокалывают в вертикально – конвейерном сушиле при температуре 280°С в течение двух часов. Стержни водяной полости после изготовления прокалывают в горизонтально – конвейерном сушиле при температуре 160...190°С в течение 1ч.35мин, а затем выдерживают в течение трех суток до финишировки.

После прокалики, остывшие стержни 100% проверяются на газотворность, которая должна быть для стержней из ХТС не более 9 ед., для стержней из ПВС не более 8 ед., а затем на плитах подаются в стержневое отделение для финишировки, сборки в полуузлы и окончательной сборки в пакет с последующим контролем геометрических размеров пакета.

Сборка пакета стержней осуществляется в два этапа.

Первый этап заключается в финишировке и склейке гильзовых стержней с промежуточ-

ным контролем толщины склеенного стержня. Далее на кондукторе – сушителе осуществляют сборку, склейку узла «базовый стержень + стержень водяной полости с последующей прокалкой в электросушиле при температуре 220°С.

На втором этапе производят окончательную сборку пакета. Пакет стержней собирается на сборочном кондукторе в вертикальном положении цилиндрами вниз. Скрепление гильзовых стержней и базового стержня производится с помощью замков на торцевых стержнях, а также одной продольной металлической стяжки с гайками. В собранном виде пакет контролируется на соответствие геометрическим параметрам с помощью комплекта шаблонов и визуально мастером отделения. После проверки пакет стержней устанавливается на специальную подставку с рамкой в горизонтальное положение и направляется на прокалку, затем на участок сборки форм.

Технология получения отливок.

Формовку осуществляют на встряхивающих формовочных машинах 234М типа «Герман» в опоках с размерами: нижняя – 1500х800х300мм и верхняя – 1500х800х350мм.

В одну форму, изготовленную из песчано – глинистой смеси, устанавливают один пакет стержней (размеры опок позволяют в дальнейшем разместить на плите вторую модель отливки).

Во избежание появления засорных дефектов из-за обвалов формы при установке пакета стержней, был спроектирован и изготовлен специальный простановочный кондуктор, который ориентирует пакет при простановке его в полуформу низа в продольном и поперечном положении относительно спаривающих штырей опоки. Пакет устанавливается в полуформу низа краном с помощью специально спроектированного и изготовленного захвата. Положение пакета стержней по высоте контролируется двумя высотными шаблонами от лада опоки. Перед сборкой формы по контрладу полуформы верха устанавливают стержень – обойму под заливочную чашу и стержни – наращалки выпоров, которые предотвращают разлив металла из выпоров и закупоривание вентиляционных отверстий – наколов. Перекрытие полуформой верха производится по спаривающим штырям, полуформы между собой скрепляются скобами.

Особое внимание при разработке технологии было уделено литниково – питающей системе, которая должна обеспечивать надежное изолирование отливки от шлака. Для производ-

ства отливок 343-1002015 «Блок цилиндров» применена сифонная литниковая система, с подводом металла в нижний бурт отливки со стороны поддона. Металл из заливочной чаши через стояк по приемному шлакоуловителю поступает в литниковый стержень с перегородкой, далее перетекает через фильтровальную сетку в щелевидный дроссель, расположенный под сеткой, который подает металл в приемный коллектор в пакете стержней, из которого металл по пяти питателям поступает в отливку.

Приготовление сплава СЧ-25 для отливки блока цилиндров.

Плавка чугуна ведется в печи ИЧТ – 1/018И1 на твердой завалке. Для наплавления «болота» (17...20% емкости печи) используют пусковой болван массой 150...200 кг, либо используют оставшееся «болото» от предыдущей плавки чугуна СЧ-20, СЧ-25.

Загрузку составляющих шихты в печь производят на «болото» согласно шихтовому листу в следующем порядке:

- известняк с размером кусков не более 50х50х50 мм;

- карбюризатор: графит измельченный ТУ 48-20-54-84 крупностью до 20х20 мм, пылевидная фракция допускается (количество определяется исходя из величины клина из печи);

- чугун чушковый передельный марки ПЛ1, ПЛ2 тульского металлургического комбината;

- возврат собственного производства (литниковые системы и брак отливок СЧ 20 и СЧ 25), предварительно разделанный и отгалтованный. Размер кусков разделанного возврата не более 400 мм;

- отходы стали углеродистой, с размерами кусков не более 150х150х150 мм;

- ферросплавы: ферромарганец марки ФМн70А, ферросилиций кусковой ФС45.

После раплавления шихты, металл нагревают до температуры 1450...1480°C и заливают.

Химический состав чугуна после модифицирования должен соответствовать приведенному в таблице 3:

Таблица - 3

C	Si	Mn	Cr	Ni	Sn	S	P
3,0-3,3	1,8-2,2	0,5-0,7	0,1-0,2	0,3-0,5	0,02-0,12	до0,06	до 0,1

Допускается содержание серы до 0,1% при обеспечении механических свойств и микроструктуры чугуна.

Содержание в чугуне серы и фосфора свыше 0,1% является браковочным признаком.

Контроль химсостава, структуры и механических свойств производится по клиновой пробе, прилитым образцам.

В таблице 4 приведены химический состав, структура и механические свойства сплава СЧ-25, фактически получаемые в отливках блока цилиндров:

ют пробу – «кубик» на экспресс-анализ по содержанию кремния и углерода. Затем заливают клиновую пробу на отбел в сухую форму. Величина отбеленной зоны в поперечном сечении образца не должна превышать 8 мм. При увеличении отбела более 8 мм вводят в печь графит измельченный. Количество графита определяется исходя из величины клина.

Расплав перемешивают, доводят его до $t = 1520...1540^{\circ}\text{C}$ и выдерживают в течение 5...7 минут.

Заливают повторно клиновую пробу на отбел. В случае отрицательного результата операцию введения графита повторяют.

При удовлетворительном клине производится ковшевая обработка чугуна при температуре выпуска из печи 1480...1520°C комплексным модификатором следующего состава:

- олово марки О2, О3 – 80 г (0,072% от веса металла в ковше);
- ферросилиций с барием марки ФС65Ба1 крупностью от 3,2 до 10 мм;
- ферросилиций ФС 75 Л или ФС 65Л.

Модификаторы вводят на дно нагретого до темно-красного цвета ковша перед заливкой в него металла.

После ковшевой обработки чугуна заливают клиновую пробу на отбел. Величина отбела в поперечном сечении должна быть в пределах 2,0..2,2 мм.

В случае отклонения от нормы по отбелу клина чугун сливают обратно в печь, производят корректировку содержания модификаторов для следующего ковша. При удовлетворительном результате повторного модифицирования ковш подают на заливку форм. При заливке форм заливают клин на отбел от каждого ковша, ковшевую обработку каждого следующего ковша производят исходя из величины отбела клина, залитого из предыдущего ковша.

Заливку форм производят при температуре 1420...1430°C.

Таблица - 4

Химический состав, %								Механические свойства	
C	Si	Mn	Cr	Ni	Sn	S	P	σ_B , кгс/мм ²	HB
3.22	1.92	0.69	0.1	0.28		0.026	0,08	25,9÷28,7	229
Структура включений графита									
Форма		Размер		Количество		Распределение			
ПГф 1 – 2		ПГд 25 – 45		ПГ 10		ПГр 2			
Металлическая основа – ПЕРЛИТ									

Заливка форм осуществляется вручную из 110 кг поворотного открытого ковша чайникового типа под «пробку», что способствует всплыванию шлака в заливочной чаше в первоначальный момент заливки. Открытый ковш позволяет обеспечить скачивание шлака, образовавшегося при модифицировании и забор чистого металла из нижней части ковша. Время заливки формы составляет 14...17 сек.

Залитые формы поступают на выбивку не ранее чем через 2...2,5 часа. После выбивки опок ком с кустом отливки оставляют в таре до полного остывания, затем производят холодную выбивку стержней из отливки. Далее отливки направляют в термообрубное отделение для обрубки, очистки и на низкотемпературный отжиг для выравнивания уровня твердости по всем сечениям, снятия внутренних напряжений.

Проблемы, решаемые по ходу освоения производства отливок детали 343-1002015 «Блок цилиндров».

Главная проблема, с которой столкнулись литейщики при изготовлении отливок блока цилиндров – высокий уровень литейного брака по газовым раковинам в начальный период освоения производства. Газовые раковины сосредотачивались, как правило, в гильзовых отверстиях, массивных бонках и продольном маслоканале по верхней части отливок.

Для снижения уровня этого брака были выполнены ряд мероприятий, в частности:

- изменение системы газоотводных каналов из пакета стержней, путем формирования выхода каналов в наколы полуформы верха, сообщающиеся с атмосферой;
- изолирование мест выхода газоотводных каналов пакета от заливок в местах соприкосновения с полуформой верха, с помощью асбестового шнура;
- установка дополнительных открытых выпоров по плоскости маслоканала для облегчения выхода газов из формы;
- применение стержней – «наращалок», предотвращающих разлив металла по контрладу полуформы верха, который препятствует выходу газов из формы;

- установка промывников со стороны плоскости прилегания головки цилиндров по перегородкам между цилиндрами в полуформах верха и низа, для обеспечения выхода газов от стержня водяной полости.

- снижение газотворности стержней пакета до 5...7 ед., путем их проковки при температурах 280...300°C в вертикально – конвейерном сушиле;

- применение для окраски стержней противопожарной маршалитовой краски без лигносульфоната, также сказалось на снижении газотворности пакета в целом.

В настоящее время ведутся работы по замене в составе ХТС связующего «Фуритол 107» с высоким содержанием азота на смолу ФФ65С с содержанием азота до 3%, что также положительно повлияет на снижение газовых раковин в отливках.

Вторая немаловажная проблема, возникшая при производстве, появление отливок с разнотолщинностью стенок и неравномерностью буртов плоскости поддона. После проведения анализа установили, что данный вид брака связан с повышенным внутриформенным давлением и как следствие, продавливанием отпечатка модели низа относительно пакета.

Для устранения этого вида брака выполнили следующие работы:

- установили дополнительный выпор на распределительный коллектор, с целью снятия внутриформенного давления;
- увеличили плотность набивки полуформы низа до 85...90 ед.;
- повысили газопроницаемость полуформы верха до 170 ед., путем добавления в облицовочную смесь песков $5K_2O_3O_3$.

В заключении необходимо добавить, что освоение производства отливки блока цилиндров в литейном цехе ОАО «Барнаултрансмаш», уровень технологии которого характерен для 50х годов прошлого века, потребовало внедрения и других нестандартных решений, позволивших в конечном итоге освоить производство отливки блока цилиндров.