

Рисунок. 4 а) трехмерная модель б) Пресс-форма детали шкив

Суть метода литья металлов и сплавов по выжигаемым/выплавляемым моделям такова. Сначала из специального материала изготавливается копия будущего изделия с необходимыми припусками на усадку и последующую механическую обработку. Модель, как правило, изготавливают в специальных пресс-формах. Для выплавляемой модели используют парафин, стеарин, воск или их смеси, а для выжигаемых применяют материалы, сгорающие в воздухе или в кислородной среде с малым образованием дыма и сухих остатков (низкой зольностью). Затем на полученную модель наносят в несколько слоев (3-10) керамические порошки с силикатным связующим, просушивая модель после нанесения каждого слоя. В результате вокруг модели образуется прочная жаростойкая керамическая оболочка – корка, в которую затем и будет произведена заливка расплавленного металла. Перед заливкой модель удаляют, помещая форму в ванну с горячей (кипящей) водой (при литье по выплавляемым моделям), либо помещая форму в печь и нагревая ее (как при литье по выжигаемым моделям). Отсутствие операций разбега моделей и формы, высокая огнеупорность материалов формы, нагрев ее до высоких температур перед заливкой, что улучшает заполняемость, дают возможность получить отливки сложной конфигурации, максимально приближающиеся к конфигурации готовой детали практически из любых сплавов. Коэффициент точности отливок по массе (КТМ) может достигать 0,85-0,95, что резко сокращает объемы обработки резанием, отходы металла в стружку.

Проведенные исследования показали, что применение технологии Rapid prototyping может значительно облегчить и ускорить изготовление пресс-форм для литья по выплавляемым моделям. На изготовление пресс-форм обычным способом из металла или пластмассы уходило времени 3-4 суток. Предлагаемым способом можно изготовить пресс-форму в течение 1 дня, значительно уменьшая расходы на ее изготовление. Такую технологию изготовления отливок можно назвать технологией быстрого литья Rapid Casting.

Отличительной чертой современного быстрого литья Rapid Casting является не собственно литье металла (вакуумное литье и литье под давлением широко используемое ранее), а способ получения модели и литейной формы.

Технология литья Rapid Casting позволяет произвести единственный экземпляр прототипа, создать уникальную продукцию в рекордно сжатые сроки (в течение дней, а не месяцев – как по традиционной технологии). Это чрезвычайно важно при разработке опытных изделий, особенно сложной конфигурации.

УДК 621.867.2

### КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА В АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ РОЛЬ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Н.Н. Абдусаямов ст. преподаватель  
А.Ж. Аккасова студентка 4 курса

Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева  
г. Алматы, Казахстан

Под термином кондиционирование воздуха подразумевается создание и автоматическое поддержание необходимых кондиций воздушной среды в помещении или сооружении. В общем случае понятие кондиция воздуха включает в себя следующие его параметры: темпера-

туру, влажность, скорость движения, чистоту, содержание запахов, давление, газовый состав и ионный состав. В зависимости от назначения обслуживаемого объекта выбирают требуемые кондиции воздушной среды, наиболее важные для конкретных условий применения. Как правило, для обычных объектов промышленного и гражданского строительства требуемые кондиции воздушной среды ограничиваются только частью перечисленных параметров.

Кондиционирование воздуха обеспечивается применением специальных систем. Под термином системы кондиционирования воздуха (СКВ) подразумевается комплекс устройств, предназначенных для создания и автоматического поддержания в обслуживаемых помещениях заданных величин параметров воздушной среды. Указанный комплекс может включать в себя следующие шесть составных частей:

1) установку кондиционирования воздуха (УКВ), обеспечивающую необходимые кондиции воздушной среды по тепловлажностным качествам, чистоте, газовому составу и наличию запахов;

2) средства автоматического регулирования и контроля за приготовлением воздуха нужных кондиций в УКВ, а также поддержания в обслуживаемом помещении или сооружении постоянства заданных величин параметров воздуха;

3) устройств для транспортирования и распределения кондиционированного воздуха;

4) устройств для транспортирования и удаления избытков внутреннего воздуха;

5) устройств для глушения шума, вызываемого работой элементов СКВ;

6) устройств для приготовления и транспортирования источников энергии (электрического тока, холодной и теплой сред), необходимых для работы аппаратов в СКВ. В зависимости от конкретных условий некоторые составные части СКВ могут отсутствовать.

Классификацию СКВ можно провести по следующим пяти признакам: назначению, характеру связи с обслуживаемым помещением, способу снабжения холодом, схеме обработки воздуха в УКВ и величине давления, развиваемого вентиляторами.

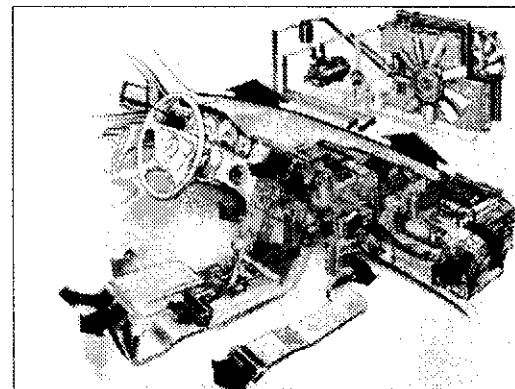
По назначению СКВ можно подразделить на три вида: технологические, технологически-комфортные и комфортные.

Автомобильные СКВ являются комфортными, они должны обеспечить наиболее благоприятные условия для водителя. Работоспособность и самочувствие человека в значительной мере определяются тепловым балансом его организма и наиболее оптимальны в условиях окружающей воздушной среды на уровне теплового комфорта.

Когда у большинства автомобилей были открытые кузова, водитель просто «кунался» в свежем воздухе. Тем более что воздушная среда вдоль дорог оставалась сравнительно чистой.

Когда пришло время закрытых кузовов, то летом в жестяной коробке становилось невыносимо душно. Свежий воздух поступал через лючок перед ветровым стеклом, а выходил — через окна с опущенными стеклами. Сквозняки, неизбежные при такой системе вентиляции, удалось изжить с помощью поворотных форточек в передних дверях.

Отапливать салон долгое время считалось роскошью. На медицинских автомобилях ГАЗ-55 довоенных лет отсек для перевозки больных обогревался теплым воздухом, поступающим из специальной рубашки вокруг выхлопной трубы. Прimitивную конструкцию, не позволявшую

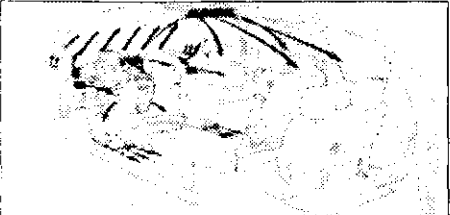


Автомобиль — это дом на колесах. Многие из нас проводят здесь немалую часть жизни. Свежий чистый воздух, тепло или прохлада — необходимые элементы комфорта, без которых любая поездка превратится в мучение.

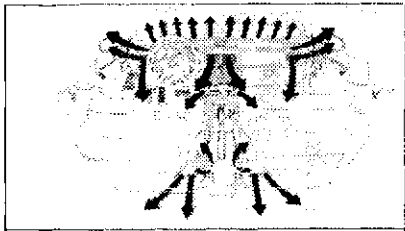
дировать поток тепла, быстро забыли. Лучшим решением оказался водяной отопитель (включивший собой небольшой радиатор с вентилятором), подключенный параллельно системе жидкостного охлаждения двигателя. Интенсивность обогрева регулировалась краном горячей воды и воздуховодом лючком перед ветровым стеклом. Постепенно отопители вошли в широкий обиход. Эти печки не только обогревали ноги водителя и рядом пассажира, но и служили «дефростером» (размораживателем) ветрового стекла. Иногда отопители использовались с прямо противоположной целью. В свое время — в годы у нас в стране были очень популярны шоссейные гонки на легковых автомобилях — как правило, служили прямыми участками дорог длиной 100-200 километров. Повышенным режимом форсированных моторов гонщиков искали дополнительные способы охлаждения. И когда в зависимости температура воды начинала за сотню, приходилось включать — работающий «на полную катушку» — отопитель, помогая спасти радиатор от перегрева.

Связка водяной отопитель — вентилятор многие десятилетия выступала в качестве основной климатической установки в автомобиле. Постепенно совершенствовались системы регулирования температуры, ее равномерности и распределения горячего и холодного воздуха. Появились автомобили, где тепло подавалось в зону под задними сиденьями, чтобы согреть ноги пассажиров. Дальнейшие технические усовершенствования позволяли направлять воздух по низу салона (к ногам) — примерно посередине (на уровень пояса и груди), а холодный — вверх (к голове) — по высоте — распределение воздуха привело к значительному усложнению приборов управления отопителя. Запросы водителей с каждым годом становились все более разнообразными и изощренными. Поэтому сейчас во многих моделях водители и пассажиры независимо, каждый по своему вкусу, могут регулировать температуру потока воздуха и некоторые другие характеристики.

С появлением минивэнов, у которых, как известно, возможны и трехрядные сиденья, стало создаваться еще более сложные системы отопления и вентиляции. На некоторых минивэнах теплый (или холодный) воздух поступает к заднему ряду кресел. На многих моделях среднего и высшего класса предусмотрена подача подогретого воздуха из передних дверей через воздуховоды с резиновыми гармошками — такой способ стал необходимостью: в холодное время года через запотевшие окна передних дверей наружные зеркала заднего вида. Да и сами отопители стали мощней — их мощность уже стали оснащать трех-, пяти- и многоступенчатыми регуляторами скорости. Вентилятор год от года делается все более производительным. В жаркое время года, особенно если в машине кроме водителя есть и пассажиры, необходим интенсивный поток воздуха. Если в 50-е годы вентилятор в лучшем случае (и только на таких автомобилях, как «Роллс-Ройс» или «Ягуар») «прогонял» через салон 150-180 литров воздуха в час, то сейчас этот показатель вырос в 2,5-3 раза! Но вот беда — в результате повышенной скорости транспортный поток стал намного интенсивней, резко возросла опасность вредными выбросами, копотью, резиновой пылью и, в результате, ухудшилась фильтрация поступающего в салон воздуха. Такой фильтр, улавливающий до 100% взвешенных в воздухе частиц размером не менее пяти микрон и задерживающий даже некоторые газообразные примеси, размещается после воздухопри-



Подача воздуха от климатической установки («Хонда - Одиссей») ко всем сиденьям в двух плоскостях через воздуховоды.



Более развитая система потоков («Хонда - Аккорд»). Водитель и пассажиры обеспечены самостоятельными воздуховодами с независимой регулировкой температуры.

емной решетки у основания ветрового стекла. Фильтрующий вкладыш надо менять примерно раз в год или после пробега в 15 тыс. км.

Иногда есть смысл полностью изолировать салон автомобиля от наружной атмосферы (в дорожных пробках, туннелях, при движении за дизельным автопоездом и т.д.). Поскольку поворотных форточек в дверях уже давно никто не делает, дверные уплотнители очень надежны, а щелей и сквозных отверстий в кузове практически нет, то добиться герметичности салона вполне реально. Вентилятор будет «гонять» в закрытом внутреннем пространстве машины один и тот же объем воздуха — рециркулировать его. Конечно, долгое время сохранять такой режим не удастся — кислород из воздуха постепенно «выдыхается». Но как временный выход из положения рециркуляция нужна и полезна.

Хорошую климатическую установку, то есть эффективный отопитель и вентилятор, все чаще оснащают управляющей автоматикой: компьютер, ориентируясь на заданную водителем температуру в салоне, будет считывать показания датчиков вне кузова и внутри и отдавать команды кранам, электромоторам, заслонкам и другим устройствам, и, тем самым, постоянно поддерживать необходимый температурный режим. На сегодняшний день автоматическим климат-контролем оборудованы многие модели, включая и малолитражные.

Но климат-контроль должен уметь не только повышать, но, если нужно, и понижать температуру в автомобиле. Установить же в салоне более прохладную и менее влажную «погоду», чем за окном, можно только с помощью кондиционера. Этим сложным агрегатом машины, как правило, комплектуются на заводе-изготовителе по заказу покупателя, причем за дополнительную плату. Монтаж непосредственно у дилера обойдется в 1,5 — 2 раза дороже, чем на конвейере.

В кондиционере по замкнутому контуру трубопроводов компрессор «гоняет» хладонотеплоноситель — газообразное вещество («фреон» или R134-a), которое циклически переходит в жидкую фазу и, наоборот — при этом оно периодически охлаждается и «отнимает» тепло у воздуха, поступающего в салон.

Компрессор, конденсатор с вентилятором, осушитель, климатический блок с теплообменником и управляющими приборами занимают довольно значительный объем. Узлы климатической установки уже не могут размещаться под панелью приборов, как бывало прежде. Элементы конденсатора стали располагать в моторном отсеке, как и блок отопитель-вентилятор с фильтром. Только функции управления сосредоточены по-прежнему на панели приборов.

В целом же вся климатическая установка, в которой системы вентиляции, отопления, фильтрации воздуха, кондиционер и управляющая автоматика являются составляющими элементами, может применяться на легковых автомобилях любого класса.

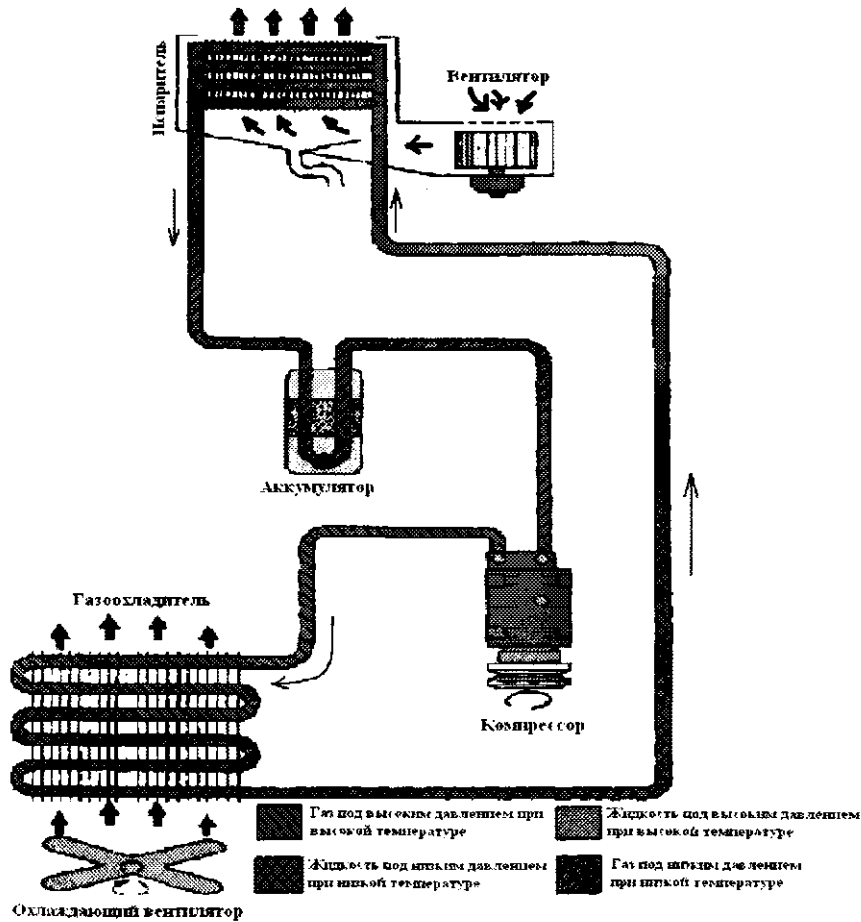
Итак, за последние два десятилетия мы пережили буквально революцию — теперь можно говорить о климате и погоде применительно к автомобилю.

Принцип действия системы кондиционирования. Кондиционирование воздуха — это регулирование температуры, влажности, очищение и циркулирование воздуха. Аналогично кондиционирование автомобиля — это не просто искусственное охлаждение воздуха, но и создание комфорта для водителя и пассажиров путем поддержания микроклимата внутри салона, удаления влаги, пыли и загрязненного воздуха.

При смазывании спиртом кожи можно почувствовать прохладу, это связано с тем, что спирт, испаряясь с поверхности кожи отнимает тепло. Аналогичным образом прохлады, возникающая при разбрызгивании воды во дворе летом, объясняется испарением скрытого тепла, отнимаемого у воздуха над поверхностью земли. Говорят, что в старину в Индии воду в глиняном чане для охлаждения на ночь ставили наружу. Это можно объяснить тем, что наружный воздух, соприкасаясь с поверхностью чана, отнимает скрытое тепло у воды, понемногу испаряющейся в результате прохождения через многочисленные отверстия поверхности чана, и делает воду чана холодной.

Если привести в порядок изложенное, то действие системы кондиционирования опирается на 3-х следующих физических законах:

Закон 1. Тепло всегда перемещается из физического тела с высокой температурой в физическое тело с низкой температурой. Тепло является одним из видов энергии, а температура — одной из единиц измерения величины энергии.



Охлаждающий вентилятор

**Закон 2.** Для превращения жидкости в газообразное состояние необходимо тепло. Например, при испарении воды кипячением горелкой происходит большое поглощение количества тепла, и температура воды не изменяется, наоборот, если у газообразного вещества забирать тепло, то оно превращается в жидкость. Температура, при которой кипит вода и получается водяной пар, связана с давлением. Точка кипения повышается с повышением давления.

**Закон 3.** Если сжать газ, то температура и давление газа возрастают. Например, если в дизельном двигателе поршень движется вверх-вниз, температура воздуха поднимается из-за сжатия. При этом если в цилиндр впрыснется топливо, то немедленно произойдет взрыв.

Если вышеуказанные законы применять относительно к основному циклу охлаждения, то это выглядит следующим образом. Хладагент в жидком состоянии, превращаясь в газообразное, поглощает из атмосферы тепло (законы 1 и 2).

Высокотемпературный газ, сжимаясь, достигает высокой температуры, немного большей, чем температура окружающего воздуха (закон 3). Окружающий воздух (температура ниже, чем температура газа в системе), поглощая тепло, превращает газ в жидкость (законы 1 и 2). Жидкость, возвращаясь к начальной точке цикла, используется вновь.

Способы замораживания. Для получения низкой температуры достаточно отнять «скрытое» тепло испаряющегося вещества, которое осуществляется двумя способами.

Первый способ — это использование спирта или воды и отнятие «скрытого» тепла испарения из окружающих веществ.

Второй способ — это замораживание с использованием хладагента, а также химических и механических установок.

Если представить, что сейчас двор поливается вместо воды веществом, обладающим большим «скрытым» теплом, то можно почувствовать не только прохладу, а холод. Хотя подобным способом можно получить низкую температуру, но с целью безопасности и экономичности эксплуатации создан специальный аппарат, называемый холодильной установкой.

Работа кондиционера. Хладагент циркулирует линии закрытого контура и его составляющих частей. Подобные циклы хладагента вынужден непрерывно повторять, и это называется циклом хладагента. Явление, возникающее в зависимости от циркулирования хладагента в пределах цикла, связано с изменением каждого значения давления и температуры при превращении хладагента в газ и конденсации вновь в жидкость. Система охлаждения опирается на нескольких неизменных физических законах. Подобные законы вытекают из обсуждения о том, какие явления вызывает хладагент при работе системы охлаждения. Газ хладагент всасывается и сжимается компрессором до высоких температуры и давления ( $80^{\circ}\text{C}$ ,  $15 \text{ кг/см}^2$ ) и затем выпускается.

Хладагент, выпущенный из компрессора, поступает на конденсатор и принудительно охлаждается вентилятором системы охлаждения, при этом, отдавая «скрытое» тепло конденсации воздуху, проходящему через конденсатор, превращается в жидкость. Температура при этом составляет около  $50^{\circ}\text{C}$ . Превращенный в жидкость хладагент после удаления влаги и пыли в приемнике-осушителе поступает на расширительный клапан.

Жидкий хладагент высокого давления в расширительном клапане, резко расширяясь, превращается в хладагент туманообразного состояния с низкими температурой и давлением ( $-2^{\circ}\text{C}$ ,  $2,0 \text{ кг/см}^2$ ), такой хладагент далее течет на испаритель.

Хладагент в туманообразном состоянии, войдя в испаритель и проходя через вентилятор. Отнимая «скрытое» тепло испарения у сжатого воздуха, охлаждает воздух в окрестности. Одновременно с охлаждением из туманообразного превращается в газообразное состояние и всасывается компрессором для повторного цикла.

Подобным образом хладагент, повторяя кругооборот по циклу, осуществляет охлаждение. В общем, для превращения газа в жидкость, достаточно нагнетать давление, но для облегчения превращения в жидкость одновременно с нагнетанием давления и охлаждают. Для этого в современных холодильных установках необходимы компрессор и конденсатор.

Воздушные системы кондиционирования. При использовании воздушной системы кондиционирования получение холода обходится дороже, чем в других системах охлаждения. В значительной мере это определяется сложностью системы охлаждения, которая, в свою очередь, связана с технологическими трудностями изготовления ее агрегатов, большим числом агрегатов, их значительной стоимостью и т.д.

При конструировании воздушной системы наиболее трудными оказываются две задачи: получение максимально возможного перепада температур между температурами входа и выхода обрабатываемого воздуха (в этих типах машин он бывает постоянным в широком интервале температур) и получение максимального эффекта шумоглушающих устройств.

Особенностью кондиционеров с воздушной системой охлаждения является также необходимость больших мощностей для привода агрегатов. На одном из таких кондиционеров с воздушной системой охлаждения (рис. 1) атмосферный воздух засасывается в систему кондиционера компрессором 3, предварительно подвергается очистке от пыли в фильтре 1. Осушка воздуха производится в осушителях 2, установленных перед компрессором. Производить осушку воздуха путем конденсации или вымораживания паров воды за счет глубокого расширения в трубохолодильнике 5. Работа расширения передается вентилятору, при помощи которого охлаждающий атмосферный воздух протягивается через теплообменник 4. После трубохолодильника воздух через кран 8 поступает в объект. Кран 8 предназначен для поддержания заданного температурного режима в объекте путем смещения холодильного воздуха с горячим воздухом, подводимым по воздухопроводу через редукционный клапан 7.

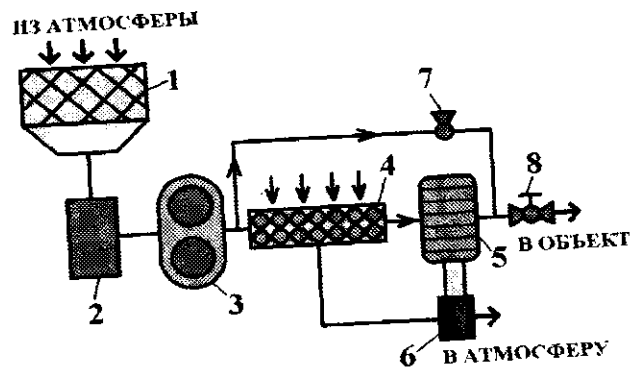


Рисунок 1.

1 - фильтр; 2 - осушитель; 3 - компрессор; 4 - воздушный теплообменник; 5 - холодильник; 6 - вентилятор; 7 - клапан; 8 - кран.

Мы считаем, что система кондиционирования автомобиля очень необходима, и особенно в автомобилях эксплуатируемых в нашей республике. Но фреоновая система кондиционирования очень неэкологична, хотя и имеет, сравнительно с другими системами охлаждения, высокий КПД, небольшую металлоемкость, не требует больших мощностей на привод агрегатов, невысокую стоимость. Абсорбционная и воздушная система кондиционирования пока в автомобилях не применяется в связи с тем, что они имеют большую металлоемкость, требуют больших мощностей на привод компонентов, имеют небольшой КПД. Но зато эти системы экологически чистые и на окружающую среду фактически не влияют, за счет того, что не применяется фреон.

В последнее время человечество начинает задумываться о мире, в котором оно живет и чтобы не потерять его остатки начинает принимать меры по устранению фреоновых и других систем разрушающих озоновый слой. И по этому будем, надеется на то, что будут изобретены или доработаны системы охлаждения, которые будут заменять фреоновые.

#### Список литературы

1. Журнал «АВТОМОБИЛЬ» 3' 1998 года.
2. «Холодильные машины» Под редакцией проф. Н.Н. Кошкина 1973 г.
3. «Абсорбционные холодильные машины» И.С. Бадалькес, Р.Л. Данилов 1966 г. Москва. Пищевая промышленность.

УДК 621.002.3(075.8)

### ПРИМЕНЕНИЕ УГЛИСТЫХ СЛАНЦЕВ И МИНЕРАЛЬНЫХ МОДИФИКАТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

А.П. Парусимов, К.У. Акишев, Ш.Г. Есыров, Е.И. Шин.

Республиканское государственное предприятие «Казахский национальный университет имени К.И. Сатпаева» Министерства образования и науки Республики Казахстан, институт машиностроения, г. Алматы

Экспериментальные исследования в заводских условиях и достаточно большие объемы промышленного использования углистых сланцев и минеральных модификаторов в выплавке литейного чугуна в России и Украине, доказали возможность их применения в качестве заменителя дорогостоящего кокса в процессах металлургического производства [1].

Имеющиеся углистые сланцы некоторых месторождений Казахстана также могут быть эффективно использованы в качестве металлургического сырья при выплавке литейного чугуна, так и модификаторов при производстве высокопрочного чугуна с шаровидным графитом.

Для этого должно быть обеспечено следующее: близкое к стехиометрическому соотношению основных компонентов породы - углерода (от 10 до 30%) и кремния (55%), что необходимо для реализации восстановительных процессов в системе Si-C-O и синтеза металлического кремния и карбида кремния. При этом углерод углистых сланцев должен обладать аморфной структурой, быть устойчивым против графитизации и сохранять высокую реакционную способность во всем интервале температур реальных металлургических процессов.

Углерод-силикатные комплексы оказались эффективным сырьем в производстве литейного чугуна, ферросплавов, карбида кремния, в процессе удаления жидких шлаков из нагревательных колодцев.

Высокая контактная поверхность углеродной матрицы с силикатами значительно повышает скорость и делает более энергетически выгодными реакции высокотемпературного восстановления, по сравнению с аналогичными реакциями с коксовым наполнителем (реакции получения карбида и нитрида кремния, ферросплавов и т.д.). По своей реакционной способности углерод-силикатный комплекс с повышенным содержанием углерода представляется более активным чем кокс, в тоже время химически инертен, подобно стеклоуглероду.

Исключительно благотворное влияние на кинетику и энергетику восстановительных реакций в системе Si-C-O оказывает специфическая структура только некоторых углистых сланцев (шунгитов), у которых обеспечено равномерное распределение силикатных минералов с размером частиц менее 10 мкм в углеродной матрице. За счет этого создается тесный и развитый (до 20 м<sup>2</sup>/г) контакт между силикатами и углеродом. В свою очередь, именно это обстоятельство повышает роль твердофазных реакций в восстановительном процессе и создает ряд технологических преимуществ при использовании таких сланцев для кремнеземистого сырья в процессе получения карбида кремния, выплавки кремнистых чугунов и ферросплавов.

Многие углистые сланцы обладают высокой механической прочностью (800-1200 кг/см<sup>2</sup>) и малой истираемостью, и как правило, высокая плотность (2,2 - 2,4 г/см<sup>3</sup>) создает предпосылки для более экономичного использования объема печного агрегата при замене традиционной углерод-кремнеземной шихты.

Термические и петрографические исследования показали, что при 1250°C в углистых сланцах начинают осуществляться восстановительные процессы, а в интервале 1500-1700°C интенсивно синтезируется карбид кремния. При 1800°C убыль массы составляет 57%, а доля SiC в составе продуктов превышает 80%.

Эти результаты позволили предложить следующие основные направления промышленного использования углистых сланцев:

- в доменной плавке для повышения содержания кремния в чугуне путем загрузки углистых сланцев в доменную печь вместо ферросилиция;
- в желобных и массах в качестве упрочняющей добавки вместо металлургического кокса и карбида кремния;
- для выплавки доменных ферросплавов, а также выплавки ферросплавов (ферросилиция, силикомарганца, силикокальция, ферросиликохрома и др.) в электродуговых;
- для производства SiC с целью последующей переработки последнего в огнеупорные и химически стойкие конструкционные материалы, а также для использования в качестве наполнителя в огнеупорных массах и в качестве восстановителя;
- в качестве сырья при выплавке литейного чугуна, и модификаторов при производстве высокопрочного чугуна с шаровидным графитом.

При выплавке передельного чугуна оптимальным является расход углистых сланцев в 20 кг на 1 тону чугуна, а при выплавке литейного чугуна - до 100 кг на 1 тону чугуна.

Коэффициент замены кокса углистыми сланцами при доменной выплавке ферросплавов оценивается в среднем 1 т.т. При выплавке силикомарганца в электродуговых расход углистых сланцев составляет 200 кг на 1 тону сплава.

Экспериментальные работы по частичной замене кокса и промышленному использованию углистых сланцев при выплавке литейного чугуна осуществляются в основном заводы России. При этом, особенно актуальным остается направление на снижение расхода кокса, как наиболее дорогостоящего компонента доменной шихты.