

## **(пояснения к каталогу продукции)**

В настоящее время, в жёстких условиях современного рынка, перед литейной промышленностью стоит задача производства более сложных и в то же время более легких отливок. Соответственно, используемые стержни стали более сложными по форме, более тонкими и часто более длинными. Это вызывает их более заметную деформацию в процессе заливки, которая может даже приводить к разрушению некоторых из них. С целью устранения данной проблемы используют множество связей и укрепляют стержни подходящими жеребейками, сделанными из железа или иного подходящего материала. Наилучшие результаты достигаются при использовании поддерживающих жеребеек для стержней, которые при правильном использовании позволяют получать отливки сложной формы. При этом они гарантируют требуемые допуски и снижают риск литейных дефектов (брака). При наличии определённого опыта и после нескольких проб практически всегда можно правильно выбрать и установить жеребейки для поддержки стержней.

Существуют многочисленные факторы, оказывающие влияние на достижение требуемого результата при получении отливки, и, как правило, эти факторы меняются от одной отливки к другой. Поэтому, мы проводим анализ разнообразных факторов, влияющих на результат литья, и предоставляем большое количество информации, которую следует принимать во внимание при работе с жеребейками. В последние несколько лет развитие технологии производства жеребеек привело к формированию в индустрии новых соответствующих требований к отливкам, которые, например, включают высокую герметичность. По этой причине нашей целью является предоставление потребителю обширной информации о типах жеребеек, доступных для использования в литейной промышленности, а также инструкций по их правильному использованию.

### **МАТЕРИАЛ**

Наш опыт показывает, что нелегированная низкоуглеродистая сталь ( $C \leq 0,15\%$ ) является наиболее подходящим материалом для изготовления жеребеек, как для производства чугунных, так и стальных отливок. Жеребейка должна хорошо свариться с материалом отливки, сплавившись в единое тело, что гарантирует высокую герметичность и позволяет избежать нежелательных пузырей и газовых раковин на поверхности контакта.

В то же время жеребейка должна выполнять свою поддерживающую функцию как можно дольше, по крайней мере до прекращения действия нагрузки, которой она сопротивляется.

Мягкие стали с низким содержанием углерода идеально подходят для этой роли, поскольку они плавятся при более высоких температурах, нежели все другие железоуглеродистые сплавы. По этой причине такие стали подходят даже для длительной работы при высоких температурах в условиях умеренных нагрузок. В процессе заливки жидкий металл достигает поверхности жеребейки и немедленно нагревает её. При этом, за счёт диффузии, поверхность жеребейки насыщается углеродом, содержащимся в большей концентрации в расплавленном чугуне или стали. В результате обогащенная углеродом поверхность жеребейки имеет более низкую температуру плавления, что благоприятно сказывается на процессе её сплавления с материалом отливки.

В то же время сердцевина жеребейки сохраняет низкое содержание углерода, что обеспечивает её прочность и сопротивляемость нагрузке. Важно помнить, что температуру

заливки следует подбирать очень тщательно и поддерживать настолько стабильной, насколько это возможно. Слишком низкая температура ухудшает качество сваривания жеребейки с материалом отливки, в то время как слишком высокая температура может снизить прочность.

С учётом сказанного, все наши жеребейки изготовлены из нарезанной ленты или проволоки из нелегированной стали с низким содержанием углерода ( $C \leq 0,10\%$ ).

## **ПОКРЫТИЕ**

Важно подчеркнуть, что во время процесса сплавления жеребейки необходимо избежать попадания в зону сплавления окисных или иных посторонних частиц, поскольку они неизбежно приведут к возникновению пузырей и газовых раковин. Следовательно, использовать жеребейки можно лишь в том случае, если они промыты, высушены и свободны от ржавчины.

Однако задача избежать естественного окисления железа является весьма трудной, особенно если учесть, что множество факторов, таких как хранение во влажных условиях или просто контакт с жирными руками, ускоряют окисление.

В настоящее время олово считается наиболее подходящим материалом для покрытия жеребеек благодаря своей низкой температуре плавления (около  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и высокой температуре кипения (около  $2600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Благодаря этим свойствам олово отлично формирует диффузионную зону, но при этом не образует газовых пузырей. Граница между жеребейкой и отливкой значительно улучшается и упрочняется благодаря присутствию олова, которое обеспечивает надежное сплавление, диффундируя либо внутрь жеребейки, либо в тело отливки.

Слой олова должен быть свободен от посторонних частиц. Даже мельчайшие включения посторонних металлов, например свинца, могут вызвать проблемы при сплавлении в производстве отливок, требующих высокую герметичность. Следовательно, с целью не допустить ухудшения свариваемости, слой олова должен быть максимально чистым. Мы гарантируем, что покрытие наших жеребеек содержит 99,9% олова.

Толщина оловянного покрытия также тщательно контролируется и гарантируется. Слишком толстый слой может вызвать пористую грубую поверхность, которая может отслаиваться от жеребейки. Пористая поверхность может абсорбировать влагу и взвешенные в воздухе примеси, создавая тем самым неблагоприятные условия для сваривания. С другой стороны, слишком тонкий слой не сможет обеспечить адекватную защиту от окисления. На основе нашего опыта мы гарантируем идеальную толщину покрытия в диапазоне от 5 до 8 мкм, тщательно контролируемую нашими инженерами. Это позволяет нанести слой, обеспечивающий надежную защиту жеребейки без ухудшения способности к свариванию.

## **ФОРМА ЖЕРЕБЕЙКИ**

Цель настоящего раздела – представить разные типы жеребеек, применяемых в настоящее время, а также их основные области применения с целью дать основу для правильного выбора. Вообще говоря, встречается множество типов и форм жеребеек, отличающихся от тех, которые мы представляем в данном каталоге. Это связано с их изготовлением по индивидуальным заказам клиентов, что часто встречается в литейной промышленности.

В связи с этим в нашей компании существует отдел, занимающийся планированием и модернизацией оборудования, целью которого является удовлетворение всех возможных потребностей литейных производств.

## **Жеребейки с 2-мя пластинами и 1-й ножкой**



Это наиболее распространённый тип жеребеек, самый простой в использовании. Такие жеребейки состоят из двух круглых или квадратных пластин, приклепанных или приваренных к концам рифлёной ножки.

### ***Ножка жеребейки***

Функциями ножки жеребейки являются:

- выдерживать приложенную нагрузку;
- не препятствовать потоку жидкого металла;
- сплавляться с телом отливки без образования пузырей и газовых раковин.

Жеребейки работают в среде постоянного потока расплавленного металла при очень высокой температуре. Их ролью является обеспечение устойчивости отливки до прекращения действия нагрузки, которой они противостоят. После этого необходимо, чтобы жеребейки хорошо сварились с металлом отливки, не оставив никакого заметного следа.

При оценке сил, действующих на ножку жеребейки, нужно учитывать, кроме всего прочего, расположение ножки внутри отливки, делящее их на две большие группы: жеребейки, расположенные в качестве опоры под стержнем, и те, которые расположены над ним. Жеребейки, расположенные под стержнем, должны выдерживать напряжение, вызываемое весом стержня. Это напряжение, как правило, прекращает свое действие, когда расплавленный металл заливает примерно четверть стержня, поскольку в этот момент статическое давление расплава уравнивает вес стержня. Таким образом, такие жеребейки испытывают нагрузку в течение короткого времени.

Несмотря на то, что нагрузка исчезает через сравнительно короткое время, условия работы этих жеребеек всё ещё остаются довольно тяжёлыми, поскольку они остаются в потоке жидкого металла ещё долго, особенно в случае питания отливки снизу. В этом случае жеребейки, расположенные под стержнем, находятся в контакте с потоком металла вплоть до окончания заливки, и их ножки омываются проходящей массой жидкого металла.

Напротив, жеребейки, расположенные над стержнем, должны выдерживать металлостатическое давление, приложенное к стержню массой расплавленного металла. В случае чугуна эта нагрузка примерно в 4 раза больше чем вес стержня и она сохраняется до момента начала затвердевания. Хотя эти жеребейки не подвергаются воздействию постоянного потока расплавленного металла, они всё же работают в критических условиях, поскольку выдерживаемое ими давление в 4 раза больше, чем у жеребеек, установленных под стержнем.

Таким образом, размер ножек жеребеек должен выбираться тщательно. Следует понимать, что использование слишком толстых ножек, хотя очевидно и решит проблему устойчивости отливки, может вызвать излишнее захлаживание и, следовательно, неполное сваривание и недостаточную герметичность отливки.

### **Ножки с накаткой (рифлёные)**



В связи с герметичностью отливок значительно увеличение свариваемости ножки может быть получено при нанесении накатки. Накатка наносится на ножку в радиальном направлении. Наилучший профиль накатки, способствующий свариванию ножки, - с острыми кромками, так как он облегчает сваривание с отливкой путём сплавления. Поскольку рифление приводит к некоторому уменьшению устойчивости ножки за счёт увеличения площади контакта, рекомендуется всегда немного увеличивать толщину рифлёной ножки.

### **Пластины**

Назначение пластин – передавать нагрузку от стержня к жеребейке и от жеребейки к опоре. Поэтому важно, чтобы пластины были надёжно соединены с ножкой для обеспечения общей устойчивости жеребейки. Кроме того, пластины не должны вдавливаясь в формовочную смесь под действием нагрузки. Если это происходит, может появиться неоднородность в толщине стенки, а поверхность отливки будет неровной.

Поэтому при выборе размеров пластин следует учитывать компрессионную прочность стержня, а главное песчаной формы, поскольку обычно она ниже. Чем больше площадь пластин, тем меньше давление, приложенное к стержню и к опоре. Размер пластин выбирается с учётом давления, имеющегося пространства, а также необходимости добиться хорошей свариваемости пластин и остальных частей жеребейки с материалом отливки.

Так же как и в случае ножек, круглая форма пластин предпочтительна. При выборе жеребейки следует иметь в виду, что пластины одной жеребейки могут иметь разные размеры: пластина, опирающаяся на песок, может быть больше, чем пластина, находящаяся в контакте со стержнем – в соответствии прочностями двух разных материалов.

### **Перфорация**

Пластины всегда предпочтительно перфорировать, поскольку это облегчает отвод потенциально возможных газов, которые могут скапливаться под пластиной. Кроме того, перфорированные пластины легче и, следовательно, в меньшей степени охлаждают окружающий металл, облегчая свариваемость.

### **Жеребейки с промежуточными пластинами (Жеребейки с тремя пластинами)**



Такие жеребейки в основном используются для изготовления герметичных отливок, таких как автомобильные отливки, элементы гидравлического оборудования, насосы, котлы и т.д. Третья пластина, очень тонкая, зубчатая, гладкая, приваривается точно посередине высоты ножки таким образом, что после заливки оказывается в центре стенки отливки – зоне, в наибольшей степени подверженной действию потока жидкого металла и самой высокой температуре. Таким образом, даже при неблагоприятной температуре заливки тонкая пластина легко

сваривается и герметизирует центральную часть отливки, препятствуя течи газа, воды, пара.

Возможность получать качественные герметичные отливки за счёт её очевидных преимуществ сделали этот тип жеребеек очень популярным, несмотря на их несколько более высокую цену. Снижение количества брака по герметичности является экономическим преимуществом.

Данные жеребейки также могут быть изготовлены с перфорированными внешними пластинами для облегчения удаления газов.

### **Коробчатые жеребейки**



Такие жеребейки изготавливаются из сложенного металлического листа. Они могут быть перфорированными, либо гладкими. В любом случае их прочность существенно ниже, чем у жеребеек с двумя пластинами и одной ножкой, поскольку нагрузка приходится только на боковые металлические стенки. По этой причине они обычно используются только в нижней части отливки и только в случае ограниченной нагрузки. Поскольку такие жеребейки очень лёгкие и перфорированные, рекомендуется их использовать там, где нужно получить высококачественную отливку и обеспечить удаление газов при любых условиях. Сопротивление нагрузке может быть повышено за счёт упрочнения жеребейки центральной стенкой. Основания таких жеребеек могут быть плоскими или изогнутыми для лучшего соответствия форме стржня.

### **Жеребейки с 2-мя пластинами и 2-мя ножками**



Это жеребейки с двумя ножками и двумя пластинами, приклепанными или приваренными к концам ножек. Такие жеребейки обычно выдерживают даже очень высокую нагрузку благодаря большей опорной поверхности и заметно более крупным ножкам. Поскольку данные жеребейки должны выдерживать значительную нагрузку, качество приклёпывания пластин к ножкам является крайне важным для предотвращения отрыва пластин. Хотя мы гарантируем качество нашей клёпки, такие жеребейки также выпускаются с приваренными пластинами, что обеспечивает максимальную надёжность.

Пластины таких жеребеек всегда перфорируются, поскольку площадь их поверхности велика. При установке таких жеребеек рекомендуется контролировать ориентацию ножек по отношению к потоку жидкого металла во избежание неполного заполнения или формирования рыхлот.

### **Пластины-накладки**

Отдельные перфорированные или гладкие пластины-накладки изготавливаются из металлического листа. Они используются в качестве дополнительного основания жеребейки, когда необходимо увеличить её высоту, например из-за выемки в стержне, либо чтобы увеличить опорную поверхность жеребейки для предотвращения её вдавливания.

### **Жеребейки для радиаторов**



Это цилиндрические жеребейки, целиком изготовленные из профилированного металлического листа с перфорацией, в основном используются при производстве радиаторов.

По необходимости, в зависимости от расположения жеребейки, температуры заливки и расположения питателей литниковой системы, могут различаться толщина листа, количество и размер отверстий перфорации.

Цилиндрические жеребейки используются в производстве радиаторов, где стержни бывают очень тонкими и хрупкими. Цилиндры, автоматически помещённые в специальные места, могут выдерживать лёгкие смещения стержня, не вызывая его повреждения. Их форма и расположение, облегчающее поток жидкого металла, гарантируют сваривание и получение герметичных отливок.

### **Холодильники**

В областях отливки, характеризующихся толстым сечением, может наблюдаться сильная концентрация напряжений, вызванная разницей скоростей охлаждения в разных зонах. Высокие напряжения могут вызвать появление трещин или значительной пористости. Для выравнивания скоростей охлаждения расплавленного металла необходимо отбирать тепло из центральной зоны опасного сечения за счёт введения в расплав подходящих холодильников. Холодильники забирают на себя часть тепла, ускоряют затвердевание в тех областях, где они установлены, а кроме того уменьшают объём жидкого металла и, следовательно, концентрацию тепла. Холодильники помещают непосредственно в центр расплавленной массы, которую необходимо охладить, в тех зонах, где возможно образование раковин или трещин.

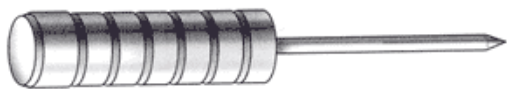
Размер холодильников следует выбирать тщательно: слишком маленький холодильник не выполнит своей функции, в то время как при использовании слишком большого холодильника тепла может не хватить для полного сваривания. Поскольку жеребейки и холодильники работают в сходных условиях, при их изготовлении используются одни и те же материалы и покрытия.

### **Холодильники-спирали**



Такие холодильники изготавливают из отожжённой проволоки с очень низким содержанием углерода. Они исключительно хорошо свариваются, и их форма позволяет делать их в широком диапазоне размеров для обеспечения эффективного охлаждения.

### **Холодильники-шпильки**



Такие холодильники состоят из изготовленного из мягкого железа стержня и приваренной заострённой шпильки, позволяющей быстро и надёжно устанавливать холодильник. Форма и размеры стержня и установочной шпильки могут варьироваться по необходимости. Размер и крепление установочной шпильки важны, поскольку шпилька должна предотвращать смещение холодильника под действием массы расплавленного металла.

На холодильники-шпильки может наноситься накатка для улучшения свариваемости.

### **Жеребейки со шпилькой**



Все наши жеребейки могут снабжаться приваренной установочной шпилькой, обеспечивающей простую и надёжную установку. Зона приварки шпильки подвергается специальной обработке, предотвращающей отламывание во время установки или в результате давления жидкого металла при заливке.

### **Самоклеющиеся жеребейки**

Несколько лет назад мы успешно разработали новую технологию производства жеребеек с клейкой поверхностью. Это существенно облегчает процедуры сборки и перемещения стержней, поскольку жеребейки мгновенно и прочно прилипают при установке на любую плоскую, наклонную или угловатую поверхность и не падают при смещениях стержня.

Самоклеющиеся жеребейки поставляются на силиконовой бумаге, их легко отделить от подложки, и они готовы к немедленному использованию. Они позволяют сэкономить время, обычно затрачиваемое на нанесение клея, и таким образом позволяет исключить эту сложную процедуру. Используемый нами клей был тщательно изучен и протестирован для того, чтобы избежать проблем со свариванием. Клей не содержит растворителей, а нанесённый слой всегда тонок и не содержит избытка клея. В то же время, он обеспечивает прочное сцепление с любой поверхностью.

### **Распорки для литья двигателей**

Кроме обычных типов жеребеек с двумя пластинами и одной ножкой или двумя пластинами и двумя ножками, мы недавно разработали цельные распорки, которые предназначены для всех типов отливок блоков двигателей. Наша распорка-зажим идеально устанавливается, так как её установка не зависит от усилия, прикладываемого оператором. Фактически, боковые крылья, выполненные в виде «зажима», точно определяют высоту распорки, предотвращая её чрезмерное опускание. Кроме того, эти зажимы предотвращают перемещение или ослабление распорки во время заливки, что довольно часто случается с традиционными распорками. Следует отметить еще одно преимущество, - эти зажимы воспринимают неизбежное объемное расширение стержней во время заливки. Полное отсутствие заостренных концов предотвращает

царапание покрытия во время установки. Размеры распорок тщательно рассчитаны для каждого двигателя, что гарантирует 100% точность приварки и герметичность.

## **ВЫБОР ТИПА И РАЗМЕРА ЖЕРЕБЕЕК**

### **Критерии выбора**

Существует ряд факторов, которые следует принимать во внимание при выборе типа и размера жеребеек:

- 1) Жеребейка должна обеспечивать устойчивость стержня.
- 2) Жеребейка должна выдерживать нагрузку всё время её действия.
- 3) Жеребейка может быть установлена в разных местах внутри формы: под или над стержнем, близко или далеко от питателей, в толстой или тонкой стенке.
- 4) Жеребейка не должна вдавливаясь в песок.
- 5) Жеребейка должна хорошо сплавляться с отливкой.

### ***Устойчивость стержня***

Количество устанавливаемых жеребеек должно обеспечивать устойчивость стержня и исключать любые возможные случайные смещения, вызванные воздействием заливки. Следовательно, количество жеребеек в основном зависит от формы и размера стержня и от его расположения в форме.

Поскольку любая ненагруженная жеребейка будет немедленно сдвинута и унесена потоком жидкого металла, необходимо, чтобы все жеребейки находились в контакте со стержнем.

### ***Сопrotивление нагрузке***

Жеребейка должна сопротивляться нагрузке вплоть до окончания её действия, при этом работая в условиях высоких температур, снижающих её прочность. Среди всех факторов, влияющих на устойчивость жеребейки, только два могут рассматриваться как постоянные: толщина стенки отливки (или высота жеребейки) и вес стержня. Соответственно при оценке работоспособности жеребейки нужно учитывать её размеры и нагрузку, которую она должна выдержать.

### ***Расположение жеребеек***

Выше было сказано о различии условий работы жеребеек, установленных под стержнем, и тех, что располагаются над ним. Первые должны выдерживать вес стержня, вторые – статическое давление жидкого металла, приложенное к самому стержню. Можно рассчитать, что нагрузка на жеребейки, расположенные над стержнем, примерно в 4 раза выше, чем вес стержня или, иными словами, чем нагрузка на жеребейки под стержнем. Однако несмотря на это, эти два разных расположения жеребеек в большой степени эквивалентны, поскольку жеребейки, расположенные под стержнем, подвергаются воздействию потока горячего жидкого металла в течение длительного времени, часто совпадающего с полным временем заливки.



В итоге, для оценки можно рассматривать оба типа расположения жеребеек практически с одинаковых позиций, и для расчета нагрузки на жеребейку следует умножить вес стержня на 4 и результат разделить на число жеребеек.

При выборе размера жеребеек, размещаемых под стержнем просто для стабилизации его положения, как в случае отливок типа радиаторов или котлов, не следует ориентироваться на вес стержня. Такие жеребейки должны быть как можно меньше и всего лишь обеспечивать центровку стержня до начала заливки.

Важным фактором, который следует учитывать, является расположение жеребейки по отношению к питателям. Жеребейки, расположенные вблизи питателей, испытывают воздействие потока наиболее горячего металла в течение длительного времени. Соответственно размер таких жеребеек должен быть увеличен. Напротив, жеребейки, расположенные вдали от питателей или в очень тонких стенках, должны быть соответственно уменьшены, поскольку иначе они могут не свариться полностью из-за более слабого потока металла с более низкой температурой.

### ***Высота жеребеек***

Высота жеребейки как правило соответствует толщине стенки отливки в месте своего расположения. Особое внимание следует уделять очень тонким стенкам (3 – 6 мм). В таких случаях, благодаря тому, что жидкий металл достигает их, имея более низкую скорость течения и температуру, контакт с короткой жеребейкой может привести к чрезмерному захлаживанию. Часто бывает полезным выполнить в песке или в стержне выемки в месте установки жеребейки. Это позволит использовать более высокие жеребейки и облегчить заливку.

### ***Давление, оказываемое на песок***

Жеребейки не должны вдавливаться в песок под действием нагрузки, поскольку в противном случае это приведёт к искажению размера стенки отливки и получению дефекта поверхности. Это следует учитывать при выборе размера пластин. При одинаковой нагрузке на жеребейку увеличение площади опорной поверхности приводит к уменьшению давления на песок.

### ***Сплавление жеребеек с отливкой***

Ограничение на увеличение размера жеребеек связано с необходимостью обеспечить хорошую свариваемость с отливкой без образования пустот, пузырей или раковин. Слишком крупные жеребейки вызывают чрезмерное захлаживание, что мешает надежному свариванию. В связи с этим лучше увеличивать количество жеребеек и уменьшать их размеры.

### ***Выбор количества жеребеек***

Количество используемых жеребеек должно обеспечивать устойчивость стержня. При определении количества следует учитывать все возможные известные факторы: размер и форму стержня, его хрупкость, точки максимальных напряжений. При этом, скорее всего, чем больше жеребеек используется, тем меньше их размер, а, следовательно, меньше захлаживание и лучше сплавление. При учёте всех этих факторов гарантируется устойчивость стержня, особенно в случае, если он длинный и тонкий.