

АРМИРОВАННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

А.Б. ЗУЕВ

Гениальнейший конструктор – Природа создала совершеннейшие конструкции, которые даже на современном уровне науки и техники не всегда удается повторить. Это, в первую очередь, строение тел представителей животного мира. В принципе они представляют собой монтаж эластичных элементов на каркасе-арматуре (скелете) посредством связующих звеньев.

К первым конструкциям, созданным человеком, можно отнести каменный топор, в котором твердый камень жгутом привязывался к палке; каменные сооружения (пирамиды и др.), в которых плита к плите, кирпич к кирпичу крепились с помощью раствора; деревянные постройки (избы), в которых жесткость и прочность обеспечивались подгонкой бревен и замками углов. Изобретение колодезного "журавля" и колесницы обеспечили подвижную, шарнирную связь жестких элементов. Сегодня широко используются в практике такие способы образования конструкции из отдельных элементов как, разнообразные виды сварки, клеевые и оригинальные механические крепления и др.

В 1867 г. парижский садовник Ж. Монье получил патент на изобретение железобетона. Идея сочетания в нем двух крайне различающихся своими свойствами материалов основана на том, что прочность бетона при растяжении значительно (в 10-20 раз) меньше, чем при сжатии. Поэтому железобетонные конструкции предназначаются для восприятия сжимающих усилий. Сталь же, обладающая высоким временным сопротивлением при растяжении и вводимая в бетон в виде арматуры, используется, главным образом, для восприятия растягивающих усилий. Взаимодействие столь различных материалов эффективно: бетон при твердении прочно сцепляется со стальной арматурой и надежно защищает ее от коррозии, т. к. в процессе гидратации цемента образуется щелочная среда. Монолитность бетона и арматуры обеспечивается также относительной близостью их коэффициентов линейного расширения (для бетона от $7,5 \cdot 10^{-6}$ до $12 \cdot 10^{-6}$, для стальной арматуры $12 \cdot 10^{-6}$). В пределах изменения температуры от 40 до 60 °С основные физико-механические характеристики бетона и арматуры практически не изменяются, что позволяет применять железобетон во всех климатических зонах.

Основа взаимодействия бетона и арматуры – наличие сцепления между ними. Значение сцепления или сопротивления сдвигу арматуры в бетоне зависит от: механического зацепления в бетоне специальных выступов или неровностей арматуры, сил трения от обжатия арматуры бетоном в результате его усадки и сил молекулярного взаимодействия (склеивания арматуры с бетоном). Определяющими являются механические сцепления.

По примеру железобетона в технике стали применять армированные конструкции: металл-металл; металл-полимер; кордовые и металлокордовые ткани и др. Широко используется армирование в ме-

дицине: сращивание сломанных костей с помощью металлических штырей, протезирование зубов, применение дентальных, ортопедических и др. имплантантов, а также нанесение биосовместимых покрытий на имплантанты и т.д. [1].

Для машиностроителей интерес представляет армированные конструкции металл-металл и металл-полимер, получаемые методом литья и, в частности, литьем под давлением.

Армированные отливки позволяют решить множество конструкторских задач, таких как: местное увеличение прочности детали; придание деталям износостойчивости, электропроводности, теплопроводности, электромагнитных свойств; формирование сложных внутренних полостей, разветвленных и изогнутых каналов; получение узлов из разноименных материалов. При этом достигается экономия дефицитных материалов.

По характеру соединения материала отливки с арматурой различают диффузионное и бездиффузионное соединения.

Для диффузионного соединения арматуру перед установкой в форму подвергают специальной обработке. Способ под названием «альфин-процесс» был разработан фирмой Fairchild Engine and Airplane Corporation (США) еще в 1941 г. и достаточно подробно освещен в литературе. Работы над дальнейшим совершенствованием процесса продолжались и в СССР.

Стальную арматуру перед установкой в литейную форму обезжиривают ацетоном, погружают во флюс (3—5% фтористого натрия, 2—5% хлористого аммония, остальное – хлористый цинк), затем совершают быстрый перенос и погружение в алюминиевый сплав, имеющий температуру 700—780°С, далее быстро (во избежание образования окисной пленки алюминия) устанавливают в форму и заливают сплавом при температуре 670—680°С.

Процесс при строгом соблюдении технологических режимов обеспечивает образование прочного соединения Fe_3Al_4 (рис. 1). Предел прочности в направлении, перпендикулярном к плоскости соединения, 7,7—8,1 кг/мм², напряжение сдвига вдоль плоскости соединения 4—6 кг/мм².

С диффузионным соединением изготавливают различного рода теплообменники, головки цилиндров, тормозные барабаны, поршни, катодные лампы, трубопроводы, лопасти компрессоров, термостаты, утюги и т.п.

Однако в силу своей сложности процесс используется в исключительных случаях.

Работоспособность отливок с бездиффузионным соединением во многом зависит от их конструкции. Для обеспечения прочности соединения поверхность заливаемой части арматуры предварительно механически обрабатывают по одному из вариантов, показанному на рис. 2. При этом необходимо, чтобы вокруг армирующей вставки во избежание усадочных трещин оставался слой металла отливки

толщиной не менее 1,5-2 мм. Кроме того, армирующие вставки должны быть без острых впадин и надразов, ослабляющих прочность вставок и отливок просты в изготовлении.

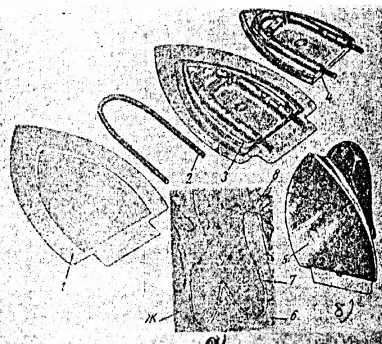


Рис. 1. Армированные отливки с диффузионным соединением: Ж – микроструктура (x50); 1 – лист нержавеющей стали; 2 – нагревательный элемент; 3 – соединение с алюминиевой плитой; 4 – обрезка и полирование; 5 – место определения микроструктуры; 6 – нержавеющая сталь; 7 – слой Fe₃Al₁₂; 8 – алюминий.

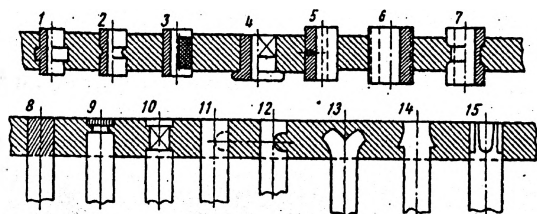


Рис. 2. Варианты изготовления заливаемой части арматуры: 1 - внешний бортик; 2 - кольцевой паз; 3 - крестовая накатка; 4 - разделка на квадрат и бортик; 5 - отверстия; 6 - резьба; 7 - выточка; 8 - косая накатка; 9 - заточка с прямой накаткой; 10 - разделка на квадрат; 11 - сверление; 12 - прорезка; 13 - раздвоение конца; 14 - насечка; 15 - скосы.

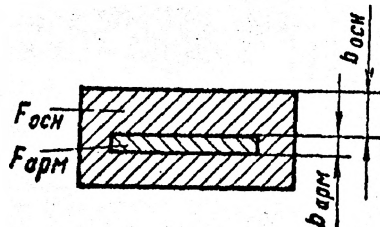
При установке пластинчатой арматуры соотношения между площадями арматуры $F_{арм}$ и основного материала отливки $F_{осн}$, а также толщиной арматуры $b_{арм}$ и толщиной основного материала $b_{осн}$ рекомендуется определять в зависимости от разности температур плавления материала арматуры $t_{арм}$ и материала отливки $t_{осн}$ (рис. 3).

Следует отметить, что для конструктивной прочности армированного соединения необходимо создать условия, обеспечивающие совместную работу соединения. Канавки, расположенные на арматуре вдоль действия растягивающих сил, не могут обеспечить достаточного сопротивления сечения отрыву; более того, наличие арматуры ослабит сечение основного материала, разрушение которого произойдет раньше, чем разрушение материала арматуры.

Работоспособность конструкции на изгиб также должна быть гарантирована совместной работой армированных соединений.

Для обеспечения противокоррозионной стойкости армированного соединения необходимо исключить возможность проникновения влаги в зазоры между арматурой и телом отливки, что особенно относится к сочетанию магниевых сплавов и стали. Возможность коррозии возрастает в тех случаях,

когда объем массы заливаемого вокруг арматуры металла значительно меньше ее массы и когда материал арматуры, является катодом по отношению к материалу отливки. Особенно это относится к сочетаниям алюминиевых и магниевых сплавов с арматурой из медных и никелевых сплавов или из нержавеющей стали. В отливках из цинковых сплавов не допускается арматура, покрытая слоем кадмия, свинца или олова. Поверхность арматуры рекомендуется покрывать цинком, никелем и хромом.



$t_{арм} - t_{осн}$	$b_{арм} - b_{осн}$	$F_{арм}$
$< 300^\circ$	От 1:3 до 1:2	$< 0,15 F_{осн}$
$> 300^\circ$	От 1:4 до 1:3	$(0,08 \pm 0,12) F_{осн}$

Рис. 3. Соотношение сечений пластинчатой арматуры и материала отливки.

В качестве примера армированной отливки с бездиффузионным соединением можно привести показанный на рис. 4 корпус механизма

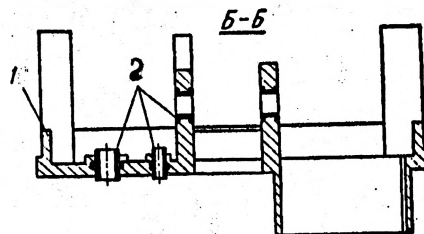


Рис. 4. Корпус механизма. 1 – тело отливки, 2 – арматура.

Испытания образцов диаметром D и высотой h из сплава Мл5 армированных стальной трубкой с наружным диаметром d_1 , с поверхностью, обработанной крестовой накаткой НК-1,4, показали, что напряжение сдвига $\tau_{сдв} = \frac{P}{\pi d_1 h} = 4 \text{ кг/мм}^2$ (рис. 5).

Цилиндрическая арматура, заливаемая часть которой обработана крестовой накаткой, отвечает перечисленным выше условиям и может быть рекомендована для решения большинства конструкторских задач. [2].

Приведенная расчетная формула, однако не учитывает влияния толщины стенки отливки, в данном случае, размер диаметра D .

См. стр. 40

Пациентка жалуется психиатру:

- Мимо моего окна в спальне постоянно ездят грузовики, а водители все время заглядывают в окна.
- Но, дорогая, Это еще не означает расстройство психики! - говорит доктор.
- Это правда?
- Конечно!
- Но я забыла сказать вам, что живу на девятом этаже...