

## **НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

1. ГОСТ 2.103–2013. Единая система конструкторской документации. Стадии разработки.
2. ГОСТ Р 52003–2003. Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств. Термины и определения.
3. ГОСТ 2.001–2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения.
4. ГОСТ 1.0–2015. Межгосударственная система стандартизации. Основные положения.
5. ГОСТ 2.701–2008. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
6. ГОСТ 2.102–2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.
7. ГОСТ 2.124–2014. Единая система конструкторской документации. Порядок применения покупных изделий.
8. ГОСТ 2.702–2011. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем.
9. ГОСТ 2.721–74. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
10. ГОСТ 2.710–81. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
11. ГОСТ 2.301–68. Единая система конструкторской документации. Форматы.
12. ГОСТ 2.104–2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи.
13. ГОСТ 2.101–2016. Единая система конструкторской документации. Виды изделий.
14. ГОСТ 2.109–73. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам.
15. ГОСТ 2.307–2011. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений.
16. ГОСТ 2.318–81. Единая система конструкторской документации. Правила упрощённого нанесения размеров отверстий.
17. ГОСТ 2.308–2011. Единая система конструкторской документации. Указания допусков формы и расположения поверхностей.

18. ГОСТ 2.309-73. Единая система конструкторской документации. Обозначения шероховатости поверхностей.
19. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
20. ГОСТ 2.310-68. Единая система конструкторской документации. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки.
21. ГОСТ 1050-2013. Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.
22. ГОСТ 10316-78. Гетинакс и стеклотекстолит фольгированные. Технические условия.
23. ГОСТ 2.417-91. Единая система конструкторской документации. Платы печатные. Правила выполнения чертежей.
24. ГОСТ Р 51040-97. Платы печатные. Шаги координатной сетки.
25. ГОСТ 2.106-96. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
26. ГОСТ 29137-91. Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования.
27. ГОСТ 2.051-2013. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.
28. ГОСТ Р 34.10-2012. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи.
29. ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
30. ГОСТ 2.601-2013. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.
31. ГОСТ 2.602-2013. Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы.
32. ГОСТ 2.201-80. Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов.
33. ГОСТ 3.1001-2011. Единая система технологической документации. Общие положения.
34. ГОСТ 3.1428-91. Единая система технологической документации. Правила оформления документов на технологические процессы (операции) изготовления печатных плат.
35. ГОСТ 14.004-83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий.
36. ГОСТ 18472-88. Приборы полупроводниковые. Основные размеры.
37. ГОСТ Р 54844-2011. Микросхемы интегральные. Основные размеры.

38. ГОСТ Р 52002–2003. Электротехника. Термины и определения основных понятий.
39. ГОСТ 16019–2001. Аппаратура сухопутной подвижной радиосвязи. Требования по стойкости к воздействию механических и климатических факторов и методы испытаний.
40. ГОСТ 15150–69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
41. ГОСТ 25347–82. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки.
42. ГОСТ 23752–79. Платы печатные. Общие технические условия.
43. ГОСТ Р МЭК 61192-1-2010. Печатные узлы. Требования к качеству. Часть 1. Общие технические требования.
44. ГОСТ Р 51623–2000. Конструкции базовые несущие радиоэлектронных средств. Система построения и координационные размеры.
45. ГОСТ 2.314–68. Единая система конструкторской документации. Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий.
46. ГОСТ Р МЭК 60297-3-101-2006. Конструкции несущие базовые радиоэлектронных средств. Блочные каркасы и связанные с ними вставные блоки. Размеры конструкций серии 482,6 мм (19 дюймов).
47. ГОСТ Р МЭК 60917-1-2011. Модульный принцип построения базовых несущих конструкций для электронного оборудования.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время этапы конструирования радиоэлектронных средств (РЭС) уже не могут рассматриваться в отрыве друг от друга и других этапов жизненного цикла продукта. Создание качественных, высоконадёжных и конкурентоспособных РЭС является основной задачей специалиста-разработчика. Постоянное совершенствование технологий, применение современной элементной базы и материалов, реинжиниринг предприятий и внедрение во все сферы проектирования и производства информационных технологий требуют от разработчика РЭС знаний в различных предметных областях. Поэтому задачам подготовки квалифицированных кадров для предприятий радиоэлектронного профиля отводится главнейшее место в общем направлении на модернизацию промышленности.

При написании данного учебного пособия авторами ставилась основная задача рассмотреть вопросы, связанные с разработкой конструкций блоков и шкафов как модулей второго и третьего уровней конструктивной иерархии соответственно, проектированием несущих конструкций, лицевых панелей, электрических соединений РЭС различного назначения с учётом условий эксплуатации, основными конструкторскими расчётами, а также проблемами электромагнитной совместимости, тепловыми расчётами, вопросами эргономики и дизайна, методами защиты РЭС от внешних дестабилизирующих факторов.

Содержание учебного пособия полностью соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту и предназначено для бакалавров и магистрантов, обучающихся по направлениям укрупненной группы специальностей 11.00.00 – «Электроника, радиотехника и системы связи» всех форм обучения. Пособие может быть использовано студентами при выполнении лабораторных, контрольных работ, разделов курсового проекта по дисциплинам «Основы конструирования РЭС», «Основы проектирования электронных средств», «Основы обеспечения тепловых воздействий и механической устойчивости РЭС», «Конструирование узлов и устройств электронных средств», «Конструирование радиоэлектронных средств и комплексов специального назначения». Пособие может быть также полезно студентам и других технических направлений и специальностей.

## ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ ВТОРОГО И ТРЕТЬЕГО УРОВНЕЙ

### 1.1. Общие сведения о несущих конструкциях

Несущей конструкцией (НК) принято называть элемент конструкции или совокупность элементов, предназначенную для размещения составных частей радиоэлектронных средств (РЭС) и обеспечения их устойчивости и прочности в заданных условиях эксплуатации [1]. НК является одной из основных частей электронного блока, определяющей не только его форму и механические характеристики, но и такие важнейшие показатели качества ЭС, как надёжность, ремонтопригодность, технологичность, удобство применения в эксплуатации. Для блока несущая конструкция, образно говоря, является его «скелетом» [1]. В процессе создания электронного блока работа над несущей конструкцией следует непосредственно за этапом его компонования [40] и предшествует разработке лицевой панели сборочного и электромонтажного чертежей, оценке качественных характеристик.

Исходным пунктом для разработки НК является компоновочная схема блока, получаемая предварительно в процессе компонования. Вместе с компоновочной схемой студенту надо иметь (или получить) принципиальную схему блока и техническое задание, определяющее условия его эксплуатации.

Электронный блок – конструкция второго уровня – представляет собой радиоэлектронное средство или его часть, имеющее определённую функциональную, схемную и конструктивную завершённость, имеющее своё чёткое назначение и состав заполняемых задач, органов управления и информации и, как правило, свою лицевую панель. Блок должен иметь свою принципиальную электрическую схему с обозначением (номером), соответствующим его сборочному чертежу. Конструкция блока пространственно-ограниченная, защищающая составные части блока от внешних воздействий.

По исполнению блок может быть рассчитан на автономное использование. Тогда у него имеются кожух, футляр, крышки, приспособление для переноски. Для обозначения такой конструкции используется термин «моноблок». Исполнение также может быть носимое (в руках, сумках, ранцах), настольное и напольное (в том числе и в подвижных средствах). В других случаях блок заранее рассчитывается на использование в составе конструкции следующего (высшего) уровня. Он может входить в стойку (шкаф) и быть вдвижным, «врублёным» (рис. 1.1), откидным (рис. 1.2). Может крепиться на какой-то общей раме с другими блоками, может входить в общий контейнер.

При разработке НК исполнение блока и внешние воздействия должны быть заданными. При вхождении блока в шкаф, стойку, контейнер задаются также установочные размеры посадочного гнезда.

Все крупные пространственно-ограниченные составные части блока будем называть конструктивами. В качестве конструктивов могут выступать: модули (конструкции первого уровня), печатные узлы (конструкции нулевого уровня), а также крупные ЭРИ (например, трансформаторы, конденсаторы, вариометры, электронно-лучевые трубы, полупроводниковые изделия с радиаторами, электронные лампы со своими панелями), различные механизмы. Специфическим конструктивом можно считать лицевую панель. Её минимально необходимые габариты будут обуславливаться суммарной площадью, необходимой для удобного размещения всех выносимых на неё элементов схемы. Глубина такого конструктива определяется по наибольшему его элементу, например, переключателю, кнопке и т. п.

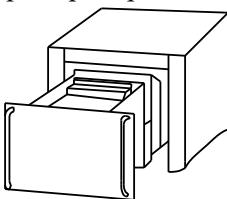


Рис. 1.1. Пример «врубного» блока (т. е. врубающегося своими ловителями и соединителями в соответствующие гнезда шкафа, стойки)

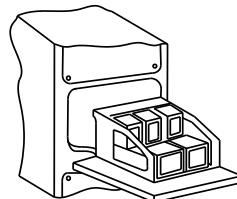


Рис. 1.2. Пример «откидного» блока (открывающегося в шкафу, стойке на шарнирах)

Все конструктивы имеют свои габариты, массу, определённый способ крепления и подсоединения к схеме. При проектировании НК эти сведения, как и перечень конструктивов, считаются заданными.

Конструктивы блока имеют между собой не только механические, но и электрические (электромагнитные) связи, как функциональные, так и паразитные (вредные, мешающие). В результате процесса компонования находится так называемое наилучшее (или предпочтительное) взаимное размещение конструктивов, т. е. компоновочная схема, максимизирующая функциональные связи и минимизирующая паразитные. Примерный вид компоновочной схемы приведен на рис. 1.3. Здесь конструктивы изображаются в изометрии параллелепипедами по своим габаритам в масштабе пока еще без учёта конкретного способа крепления друг относительно друга.

Несущая конструкция (НК) обеспечивает возможность жёсткого закрепления конструктивов друг относительно друга согласно заданной

компоновочной схеме, т. е. реализует идеи, заложенные при компоновке блока. Компоновочная схема при разработке НК является заданной.

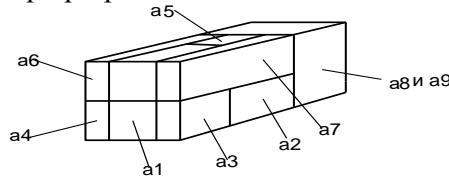


Рис. 1.3. Компоновочная схема видеокамеры:

*a1* – видеоматрица; *a2* – блок формирования сигналов;  
*a3* – предварительный усилитель; *a4* – узел автоматической регулировки  
режимов видео матрицы; *a5* – усилитель-формирователь; *a6* – генератор 1;  
*a7* – генератор 2; *a8* – источник питания; *a9* – батарея.

Одновременно НК должна обеспечить защиту конструктивов блока от внешних воздействий (в основном механических), а также обеспечить раскрываемость всей конструкции в целях ремонтопригодности, т.е. свободный доступ для осмотра и ремонта к любому конструктиву, креплениям, к пайкам любого разъёма. НК должна создаваться с ориентацией на наименьший вес, простоту, технологичность, оптимальную жёсткость и оптимальные запасы по прочности.

НК в электронном блоке выполняет также ещё одну весьма специфическую роль, а именно, "общей массы", т. е. заземления. Это предопределяет в качестве материала для НК хорошо проводящий металл или же применение металлизирующих покрытий для НК из изоляционных материалов. Разнообразие типов НК показано на рис. 1.4 [1].

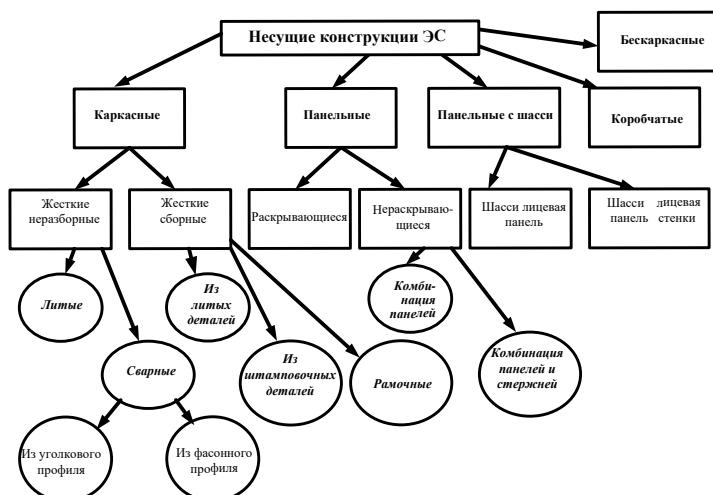


Рис. 1.4. Разновидности несущих конструкций ЭС

## 1.2. Разновидности несущих конструкций

Всё разнообразие НК целесообразно подразделять с двух точек зрения. Они, с одной стороны, различаются отношением конструкции к месту и способу установки блока. Можно выделить, исходя из этого, НК моноблоков, т. е. изделий, применяемых отдельно и выполняемых, как уже было ранее отмечено, в переносном, настольном и напольном исполнениях с креплением к месту установки или без него. Такие НК предусматривают всегда индивидуальную защиту блока от внешней среды крышками, съёмными панелями, амортизаторами и т. п. Это во многом определяет их конструктивные особенности. Свои характерные особенности имеют и НК блоков для стоек и шкафов (ловители, приспособления сопряжения разъёмов, поворотные кронштейны, направляющие и т. п.).

С другой стороны, НК характеризуются способом образования пространственно-ограниченного рабочего объёма блока или способом взаимного расположения своих деталей. С этой точки зрения можно выделить несколько наиболее употребительных типов НК: 1) каркасный; 2) панельный; 3) коробчатый; 4) типа «шасси панель»; 5) бескаркасный.

Каждый из них имеет свою преимущественную сферу применения и соответствующую конструкции преимущественную технологию изготовления и сборки. Дадим краткую характеристику каждому типу.

1. *Каркасная НК*. Преимущественная область применения – блоки для шкафов и стоек врубные, вдвижные, иногда откидные. Основа такой конструкции – жёсткий каркас (см. рис. 1.5), крепящийся к лицевой панели. Элементарная защита конструктивов от внешних воздействий образуется рёбрами каркаса. Способы выполнения различны. Иногда это цельнолитая конструкция из алюминиевых сплавов с последующей фрезерной обработкой (применяется для тяжёлых блоков мощных устройств с массой 10...20 кг). Иногда – для менее массивных блоков – это каркас из стальных или алюминиевых профилей на сварке, заклёпках или винтах. Для облегчения в качестве образующих каркаса применяют нередко и гнутые из листового материала уголки с узкими полками. Иногда каркас выполняют из штампованных или литых (прессованных) деталей. Особенно это характерно для блоков, укомплектованных полностью модулями (ячейками на печатных платах).

Способы «наполнения» такого неразъёмного каркаса могут быть самыми разнообразными. Важно только, чтобы в любом случае они обеспечивали свободный доступ к конструктивам и элементам блока, к тяжёлым несъёмным конструктивам за счёт свободного пространства около них, для печатных узлов и плат – применение способов "плотной упаковки" с оперативным выемом их для ремонта и осмотра. Тяжёлые элементы можно крепить на вставных или

приварных полках (кронштейнах), лапах. Кое-какие тяжёлые элементы могут быть вдвижными по направляющим.

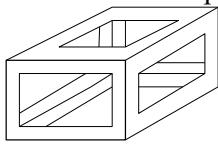


Рис. 1.5. Каркасная НК

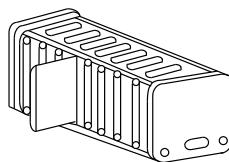


Рис. 1.6. Каркас с направляющими планками для печатных узлов

Каркасы блоков, где преобладающим типом конструктивов являются печатные узлы, ориентируются на применение панелей с направляющими планками для печатных узлов (рис. 1.6) или же на устройство поворотных кронштейнов с рамками для ПП (рис. 1.7). Первый из этих способов проще и дешевле, но требует для ремонтов и проверок переходных кабелей или плат. Так называемая «книжная конструкция» (рис. 1.8) поворота печатных узлов отличается лишь устройством сложного многоступенчатого поворотного устройства. Другими вариантами «плотной упаковки» ПП для размещения в каркасе являются «веерная» (рис. 1.9) и «раскладная» (рис. 1.10) конструкции.

Надо отметить, что показанные на рис. 1.8– 1.10 кронштейны и рамки конструктивно достаточно сложны, изготавливаются преимущественно литьём под давлением (прессованием) и целесообразны только в крупносерийном производстве.

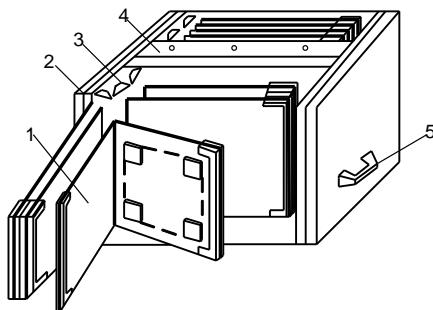


Рис. 1.7. Крепление печатных узлов (модулей) на поворотных шарнирах:  
1 – модуль; 2 – задняя панель; 3 – двойной шарнир; 4 – корпус; 5 – ручка.

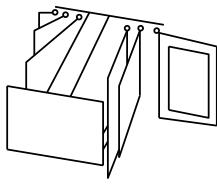


Рис. 1.8. «Книжная» НК

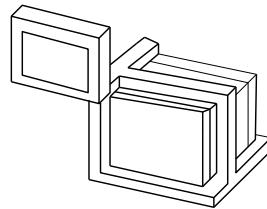


Рис. 1.9. «Веерная» НК

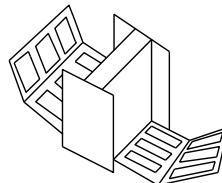


Рис. 1.10. «Раскладная» НК

2. *Панельная НК*. Представляет собой чаще всего сборку из литых или штампованных панелей-плоскостей, на которые опираются печатные узлы и другие конструктивы блока. Не исключается в отдельных случаях не сборка, а сочетание панелей гнутых из общего листа или сваренных. При конструировании сборных каркасов следует обращать внимание на достаточность в креплении панелей площадей прилегающих друг к другу мест для обеспечения элементарной жёсткости.

При весьма плотном заполнении объёма блока конструкции выполняются раскрывающимися, например, как показано на рис. 1.11. Менее заполненные блоки допускают открытые нераскрывающиеся НК, жёсткость которых обеспечивается угловыми косынками или стяжными стержнями (рис. 1.12). Не исключается также применение боковых стенок и рамок (рис. 1.13).

Литьё применяется в основном тонкостенное из легких алюминиевых сплавов с большим числом облегчающих отверстий и рёбрами жёсткости. При мелкосерийном или опытном производстве панели изготавливаются из листовых материалов слесарным путём. НК панельного типа применяются для моноблоков, в частности, для измерительной аппаратуры.

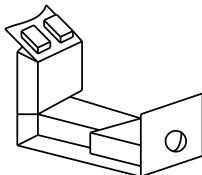


Рис. 1.11. Раскрывающаяся НК

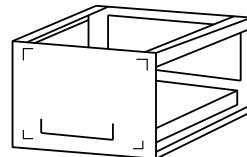


Рис. 1.12. НК со стяжными стержнями

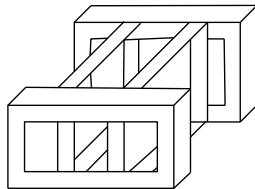


Рис. 1.13. Рамочная НК

3. *Коробчатая НК* представляет собой подобие «чемодана» или «кейса-дипломата», внутри которого располагаются конструктивы блока (рис. 1.14). Форма такой «коробки» может быть, конечно, усложнена. Возможно широкое варьирование применяемых материалов (листовые стали и листовые алюминиевые сплавы, литьевые сплавы, пластмассы), а также способов изготовления; штамповка, прессование, слесарное изготовление. Преимущественная область применения – переносная аппаратура малых и средних габаритов.

4. *НК типа «шасси панель»* отличается наличием в составе деталей так называемого шасси, представляющего собой коробок без дна. Внутренность такого коробка – «подвала шасси» – используется для объёмного монтажа, деталей крепления, выхода выводов конструктивов и их разъёмов. Жёсткое сопряжение шасси с лицевой панелью идёт с помощью косынок (рис. 1.15), могут применяться и боковые стенки. Глубина шасси, а также его расположение относительно панели могут варьироваться в зависимости от требований компоновки.

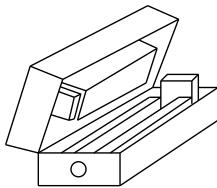


Рис. 1.14. Пример коробчатой НК

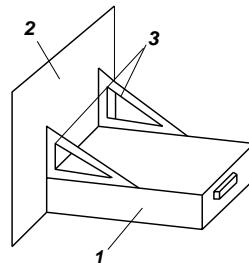


Рис. 1.15. НК комбинированного типа «шасси – панель»:  
1 – шасси; 2 – панель лицевая; 3 – косынки.

При малом числе выводных разъёмов местом их установки, а также и ловителей является задний торец шасси. При большом числе выводов можно ввести заднюю стенку. Для крепления системы печатных узлов применяют направляющие стойки. Конструкция удобна как для установки крупных конструктивов неодинаковых габаритов, так и для размещения модулей, вынимающихся вверх или со стороны лицевой панели (рис. 1.16). Область

применения – некрупные врубные конструкции, моноблоки приборной аппаратуры. НК с шасси пригодна как для серийного, так и для индивидуального производства.

5. *Бескаркасные НК* ориентированы на соединение друг с другом конструктивно законченных модулей (т. е. несущая конструкция у них, как таковая, отсутствует). Модули стягиваются общими винтами или защёлками, закрываются общим кожухом. Модули должны быть так подогнаны друг к другу, чтобы получилась жёсткая единая конструкция (рис. 1.17). Область применения – измерительная бытовая аппаратура. Бескаркасные комбинации печатных узлов могут быть также использованы в рамках какой-либо панельной конструкции. Лицевая панель как конструктив здесь, как правило, отсутствует. Она входит либо в состав одного из конструктивов, либо заменяется «фальш-панелью», т. е. планкой с надписями, поясняющими название органов управления, закреплённых в разных конструктивах, но при сборке оказывающихся в одной передней плоскости. Тип кассетной конструкции (КК) по месту установки блока задаётся, тип НК по способу образования объёма выбирается.

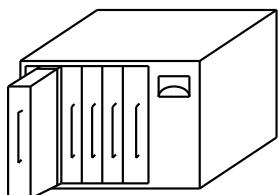


Рис. 1.16. НК с выемными модулями

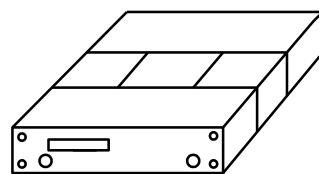


Рис. 1.17. Бескаркасная конструкция

6. *Унифицированные НК*. В ряде отраслей отечественной промышленности в целях улучшения отраслевой организации производства, его специализации, сокращения сроков проектирования ЭС и освоения их в серийном производстве предложены так называемые унифицированные несущие конструкции (УНК). Они же называются базовыми (БНК), если на базе типового решения изготавливается целый типоразмерный ряд разновидностей. В рамках отрасли организуются централизованное изготовление и поставка заготовок. В качестве унифицированной обычно выбирают хорошо продуманную, высокотехнологичную и экономичную конструкцию, например, показанную на рис. 1.18.

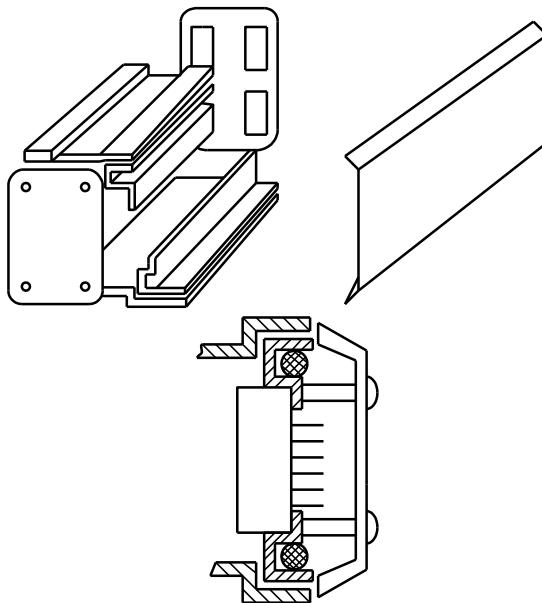


Рис. 1.18. Пример унифицированной (базовой) НК

Каждая отрасль имеет свою систему УНК (БНК). Материал по УНК, а также принципы составления типоразмерных рядов даются в лекционном курсе на примере одной из отраслей. В учебном практикуме БНК находят ограниченное применение, так как ограничивают творческую инициативу конструктора (студента), развитие которой и является основной задачей учебного процесса. В рабочем проектировании на производстве применение БНК сложностей не вызывает и регламентируется отраслевыми или государственными стандартами.

### 1.3. Материалы для изготовления несущих конструкций

Как уже отмечалось выше, выбранный тип НК предопределяет вид материала и характер его технологической обработки [1, 4].

Для литья под давлением используются: магниевые сплавы МЛ3, МЛ5, МЛ6, МА1, МА3, МА5; латуни – ЛС59-1Л, ЛН80-3Л; алюминиевые сплавы – АЛ2, АЛ4, АЛ9, АЛ11, АЛ28, АЛ32. У этих материалов толщина стенок может быть доведена до 0,5 мм.

Для штамповки пригодны: сталь 08КП; титановые сплавы ВТ4 и ВТ5; алюминиевые сплавы АМг и АМц.

Шероховатость обрабатываемых поверхностей при этом  $R_z=3,2\dots1,6$  мкм, точность по квалитетам 6–9.

Для обработки на универсальном металлорежущем оборудовании при индивидуальном и мелкосерийном производстве используются: алюминиевый сплав Д16, титановый сплав ВТ4.

В крупносерийном производстве находят применение для прессования металлические порошки и пластмассы. Например, пресс-порошок АГ-4 или ударопрочный полистирол. Пластмассовые детали могут металлизироваться путём химического осаждения, вакуумного или горячего распыления. Свойства наиболее часто применяемых конструкционных материалов приведены в следующих таблицах (табл. 1.1 и 1.2) [39, 41].

Таблица 1.1

**Показатели прочности и жёсткости конструкционных материалов**

Материалы	Удельная плотность, г/см	Предел прочности, МПа	Модуль упругости, $E \cdot 10^2$	Модуль сдвига, МПа	Удельная жёсткость, км/с <sup>2</sup>	Удельная прочность, км/с <sup>2</sup>	Фактор жёсткости
1	2	3	4	5	6	7	8
Сталь углеродистая	7,85	340...780	203	80	25,8	10	4,2
Сталь легированная	—	1000...1760	—	—	—	23	1,4
Сталь сверхпрочная	—	2000...3500	—	—	—	45	0,65
Сплавы титана	4,5	700...1800	113	42	25,1	40	0,8
Бронзы конструкционные	8,8	300...700	110	42	12,5	8	23
Латуни	8,65	240...500	106	—	12,3	58	6
Сплавы алюминиевые литьевые	2,8	180...300	72	25	25,8	110	3,6
Деформируемые	—	400...700	—	—	—	250	—
Сплавы магниевые литьевые	1,8	150...200	45	18	25,0	110	2,5
Деформируемые	—	100...350	—	—	—	200	—
Текстолит	1,6	10	12	2,2	75,0	6	—
Стеклотекстолит	1,8	250	21	1,5	14,0	14	2,0
Ситаллы	3,0	500...800	150	—	50,0	260	—
Пресс-порошок АГ-4	1,8	50	35	—	19,5	28	—
Полистирол ударопрочный	1,1	3,5	2,6	—	2,4	3	—

Конец ознакомительного фрагмента.  
Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине  
«Электронный универс»  
[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)