

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ УНИФИКАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Л. С. АЛЁШИНА

Кафедра Экономики и Организации строительства и М. В. В. Куйбышева

Поступило: 14 марта 1988

Представлено: д.-ом И. Кырти

Abstract

The paper deals with technological unification in the building industry. The structure of technological unification is discussed, based on the interrelation of the parameters of pre-fabricated sections and production, on the unification of section parameters depending on their effect on the value in use of the buildings, and finally on evaluation indexes allowing to select the best suited alternative among the compared versions.

Одним из путей повышения качества строительной продукции и эффективности капитальных вложений является унификация, ведущая к специализации производства.

Унификация в строительстве должна представлять собой единую систему мероприятий, направленных на упорядочение совокупности объемно-планировочных, конструктивных и производственных решений с целью создания зданий, наиболее приспособленных к производственным условиям на всех стадиях строительства.

Эта система включает в себя следующие подсистемы:

- унификация частей зданий, конструкций и деталей;
- унификация параметров промышленной базы по изготовлению конструкций и деталей;
- унификация параметров базы строительной организации.

Основным звеном, связывающим конечный продукт — здание и производственную базу строительства, являются различные строительные изделия. Задача унификации — обеспечить современные требования к градостроительству и возведению зданий, наиболее полно учесть демографические и эстетические требования и достичь этого с наилучшими производственными показателями, используя в наибольшей мере изделия массового производства.

Увеличение доли массовой продукции в ее общем объеме благоприятно влияет на условия и показатели производства, в основном заводского; делает производственные процессы более стабильными, позволяет использовать ограниченное количество типового оборудования при большей его загрузке. Тем самым, за счет возможностей специализации достигается наибольшая часть эффекта от унификации, компенсирующего все затраты, связанные с ее проведением, в том числе и некоторым перерасходом материальных ресурсов.

При разработке унифицированных решений изделий для зданий за основу должны быть приняты условия наиболее полного использования заводского технологического оборудования и материальных ресурсов и необходимость обеспечения повышенных требований к архитектурным и объемно-планировочным решениям зданий, в том числе обеспечение технологичности проектных решений и экономической целесообразности намечаемых мероприятий.

В отличие от принятого понятия унификации разработанная система названа «технологической унификацией». С позиций технологической унификации унифицированными будем называть изделия, удовлетворяющие принятым требованиям к зданиям, возводимым с их использованием, и в наибольшей мере отвечающих требованиям заводского производства этих изделий.

Технологическая унификация основана на вскрытии и учете взаимосвязи между параметрами изделий и условиями их изготовления, унификации параметров изделий в зависимости от их влияния на потребительские качества зданий, и охватывает все уровни строительного производства.

1. Структура технологической унификации

Основные положения технологической унификации рассмотрены на примере производства сборных железобетонных изделий.

Технологической унификации предшествует классификация сборных железобетонных изделий по конструктивно-технологическим признакам, по объему в годовой программе завода и по влиянию на потребительские качества здания.

По конструктивно-технологическим признакам для заводаизготовителя продукция, сборные железобетонные изделия, может быть разделена следующим образом:

1) марки (m) — индивидуальные номера изделий, указывающие на полную взаимозаменяемость одинаково обозначенных изделий;

2) укрупненные марки (um) — группы марок, в которых изменения при переходе от изготовления одного изделия к другому не вызывают переоснастки форм, например, изменения в положении закладных деталей, скрепленных с арматурой заготовкой и т. д.;

3) технологические группы (mg) — группы укрупненных марок конструктивно однотипных изделий, пригодных для изготовления в одной переналаживаемой форме; определяются раскладкой изделий по формам;

4) технологические классы (mk) — функционально однотипная совокупность технологических групп изделий, имеющих конструктивную общность; изделия одного технологического класса могут быть изготовлены на одной технологической линии;

5) типы (t) — группы функционально однозначных изделий.

По общему объему выпускаемой продукции в годовой программе завода продукция — сборные железобетонные изделия может быть разделена на следующие группы:

- массовую, изготавливаемую постоянно в течение года;
- серийную, которая устойчиво изготавливается в течение части года, квартала, месяца, в том числе крупносерийную и мелкосерийную;

СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УНИФИКАЦИИ

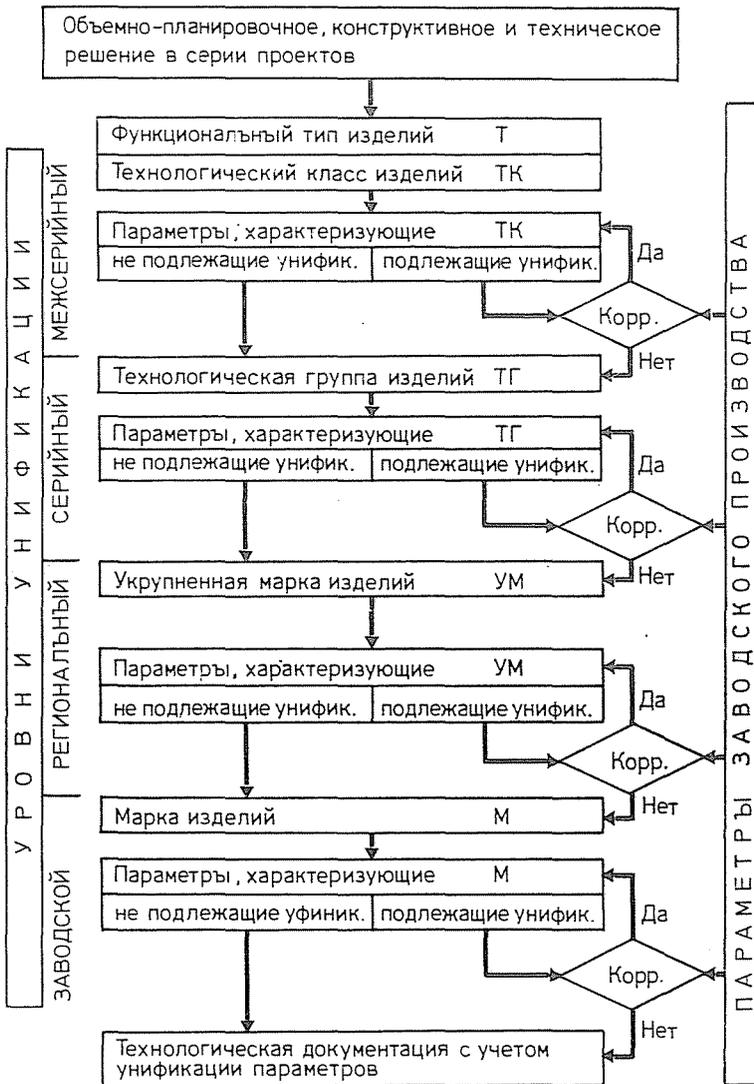


Рис. 1. Блок-схема I

— единичную, изготавливаемую небольшими партиями, состоящими из редко повторяющихся изделий.

По влиянию на потребительские качества здания сборные железобетонные изделия разделяются на определяющие и неопределяющие объемно-планировочное и архитектурное решения зданий. Изделия, которые находят применение в различных проектах домов без изменения параметров, могут быть запроектированы один раз, изготавливаться большими сериями и длительное время использоваться, то есть могут быть каталожными. Унификацию изделий другой группы определяют ограничения на их конструктивно-технологические группы, а в пределах этих ограничений существует свобода изменения параметров изделий.

Объектом технологической унификации в зависимости от того, на каком уровне рассматривается сборное железобетонное изделие, будет технологический класс одного функционального типа изделий, технологическая группа, укрупненная марка изделий. Унификация параметров каждой конструктивно-технологической группы изделий выполняется на уровнях: межсерийном, серийном (для каждой серии), региональном, заводском.

На межсерийном уровне устанавливаются размеры и конструктивные решения, определяющие направление развития крупнопанельного строительства. Сюда относятся предельные габариты изделий, наиболее общие параметры, узлы, стыки и соединения, общие для всех типовых серий, а также пелье изделия, используемые в разных сериях типовых проектов без изменения параметров (санитарно-технические кабины, тубинги лифтовых шахт и т. п.). При этом определяется состав типов технологических классов изделий. На серийном уровне унификация осуществляется в пределах одной серий с выходом на серийную номенклатуру сборных железобетонных изделий. В качестве объектов унификации здесь рассматриваются технологические группы изделий. На региональном уровне унифицируются параметры изделий в пределах используемого в застройке региона набора блок-секций одной типовой серии с учетом реального состояния и возможностей развития производственной базы. Объект унификации при этом — укрупненные марки. На заводском уровне унификация изделий внутри укрупненной марки имеет целью достижение в первую очередь минимального времени на переналадки, которое не должно нарушать ритма работы технологической линии.

Проведение технологической унификации сборных железобетонных изделий с распределением объектов унификации по уровням представлено блок-схемой на рис. 1.

2. Определение взаимосвязи параметров сборных железобетонных изделий и параметров заводского производства

Параметры, характеризующие технологический класс, технологическую группу, укрупненную марку и марку сборных железобетонных изделий, формируются на стадии проектирования в зависимости от принятых объемно-планировочных и конструктивных решений домов.

Сокращение количества параметров достигается введением ограничений при последовательном проведении унификации на межсерийном серийном, региональном, заводском уровнях. В качестве ограничений рассматриваются параметры заводского производства.

Технологическая унификация сборных железобетонных изделий прямо и непосредственно связана с конструированием технологического формовочного оборудования. Технологическое формовочное оборудование выбирается в соответствии со способом производства изделий и мощностью технологической линии. Для повышения технологической гибкости производства используются следующие принципы конструирования и работы оборудования:

- формы отделены от обслуживающих машин;
- габариты машин и форм должны обеспечивать изготовление изделий любых размеров в пределах максимально установленных, что обеспечивает возможность при смене изготавливаемых изделий заменять одни формы другими без демонтажа и переналадки обслуживающих машин;
- обслуживающие технологическую линию машины взаимодействуют с формами, предельные параметры и количество которых на технологической линии остаются постоянными в течение всего срока эксплуатации технологического оборудования.

В таблице 1 дается ориентировочный перечень обобщающих параметров и наличие связей между ними. Под обобщающими (G_v ; G_0) понимаются параметры, отражающие взаимосвязь заводского изготовления с конструктивным решением изделий, соблюдение которых является обязательным условием для обеспечения преемственности при изготовлении конструктивно-технологических групп изделий.

Среди обобщающих выделяются параметры ведущие G_v , характеризующие принадлежность изделий к той или иной конструктивно-технологической группе, и параметры — ограничения G_0 , определяющие степень унификации. При этом под преемственностью конструктивно-технологических групп понимается возможность изготовления различной продукции без переналадки технологического оборудования.

Состав обобщающих параметров, характеризующих конструктивно-технологические группы изделий, будет различным: часть обобщающих параметров $G_{04} + G_{011}$, выступающих в качестве ограничений на более низком уровне, будут являться ведущими, $G_{v4} + G_{v11}$, на более высоком уровне.

Таблица 1

Взаимосвязь параметров изделий

Параметры сборных-железобетонных изделий		Конструктивно-технологические группы			
		марка «М»		укрупненная марка «УМ»	
наименование	обозначение	параметры			
		пост	пер	пост	пер
1	2	3	4	5	6
Пре-дельные габариты	ширина	G_1			
	длина	G_2			
	толщина	G_3			
Очертание граней	G_4				
Материал	G_5				
Конструктивное решение	G_6				
габариты	толщина	G_7		G_{07}	
	ширина	G_8		G_{08}	
	длина	G_9		G_{09}	
Размеры проема	длина	G_{10}		G_{010}	
	ширина	G_{11}		G_{011}	
Привязка проема	G_{12}	G_{12}			G_{Y12}
Схема электроканалов	G_{13}	G_{013}			G_{Y13}
Привязка подъемных петель	G_{14}	G_{014}			G_{Y14}
Привязка выходов электроканала	G_{15}	G_{015}			G_{Y15}
Привязка закладных деталей	G_{16}	G_{016}			G_{Y16}
Привязка отверстий	G_{17}	G_{017}			G_{Y17}
Привязка арматурного блока	G_{18}	G_{018}			G_{Y18}
Фактурная отделка	G_{19}		G_{Y19}		

На межсерийном уровне унификация технологических классов изделий проводится по ограниченному количеству ведущих параметров $G_{v4} + G_{v6}$ и постоянных значениях предельных параметров изделий $G_{01} + G_{03}$. На серийном уровне унифицируются технологические группы изделий по ведущим параметрам $G_{v7} + G_{v11}$ при постоянных значениях параметров $G_{01} + G_{06}$.

и параметров заводского производства

Конструктивно-технологические группы				Параметры заводского производства		
технологическая группа «ТГ»		технологический класс «ТК»		обозначение	наименование	
пост	пер	пост	пер			
7	8	9	10	11		
		G ₀₁		G ₁ ³	Объемно-планировочное решение цеховых помещений и конструктивное решение технологического оборудования	
		G ₀₂		G ₂ ³		
		G ₀₃		G ₃ ³		
G ₀₄			G ₄	G ₄ ³	Конструктивное решение бортоснастки	
G ₀₅			G ₅	G ₅ ³	Конструктивное решение технологического оборудования	
G ₀₆			G ₆	G ₆ ³	Конструктивное решение бортоснастки	
	G ₇			G ₇ ³	размеры Бортоснастки	
	G ₈			G ₈ ³		Гребнявкладыша
	G ₉			G ₉ ³		Вкладышаделителя
	G ₁₀			G ₁₀ ³		Проемообразователя
	G ₁₁			G ₁₁ ³		Проемообразователя
				G ₁₂ ³	Привязка фиксаторов проеомобразователей	
				G ₁₃ ³	Набор каналобразователей	
				G ₁₄ ³	Привязка выходов в бортоснастке	
				G ₁₅ ³	Привязка выходов в бортоснастке	
				G ₁₆ ³	Привязка фиксаторов	
				G ₁₇ ³	Привязка фиксаторов	
				G ₁₈ ³	Привязка фиксаторов	
				G ₁₉ ³	Вне линии	

На региональном и заводском уровнях унификация укрупненных марок проводится внутри технологических групп по параметрам $G_{v12} + G_{v13}$, характеризующим укрупненную марку, при постоянных значениях параметров, по которым изделия относятся к одному технологическому классу и технологической группе.

В процессе технологической унификации допускается относительная свобода в увеличении количества марок при условии объединения их в возможно меньшее количество укрупненных марок, а последних — в строго ограниченное количество технологических групп изделий.

3. Оценка технологической унификации

Основой системы количественной оценки технологической унификации является взаимосвязь между степенью унификации того или иного объекта (той или иной конструктивно-технологической группы изделий) и унификацией и специализацией соответствующих производственных элементов.

В качестве оценочных показателей технологической унификации приняты:

u — показатель степени унификации, обратно пропорциональный числу каждой возможных конструктивно-технологических групп

$$u = \frac{1}{N_{к-т-г}},$$

где: $N_{к-т-г}$ — количество каждой возможных конструктивно-технологических групп;

m — коэффициент массовости, которых определяется суточным количеством формовок тех или иных конструктивно-технологических групп, приходящихся на требуемое для их изготовления количество соответствующего оборудования

$$m = \frac{k_{\Phi}^{к-т-г}}{N_{об}},$$

где: $k_{\Phi}^{к-т-г}$ — суточное количество формовок конструктивно-технологических групп изделий;

$N_{об}$ — требуемое (используемое) соответствующее оборудование.

Показатель степени технологической унификации отражает соответствие установленных на стадии проектирования параметров конструктивно-технологических групп изделий параметрам обобщающим. Коэффициент массовости характеризует загруженность оборудования.

Исходя из ограничений, действующих на межсерийном уровне, принимается конструктивное решение технологического класса изделий. Например, конструктивно панели принимаются однослойные, двухслойные; материал, из которого они сделаны, — легкий, тяжелый бетон, утеплитель. Выбирается также решение стыковых соединений и узлов, от которых зависят очертания граней изделий, то есть параметры $G_{04} + G_{06}$. При этом обязательно соблюдение предельных параметров $G_{01} + G_{03}$.

Степень унификации технологических классов изделий будет определяться при этом количеством возможных сочетаний значений ведущих обобщающих параметров на этом уровне. Количество технологических классов изделий может изменяться при введении дополнительных ограничений на обобщающие ведущие параметры.

Параметры $G_{v4} + G_{v6}$, определяющий технологический класс изделий и принятые для разрабатываемой серии, должны обязательно соблюдаться при назначении параметров технологических групп изделий. Выбор параметров изделий (длины, ширины, толщины, размеров проемов), то есть параметров $G_{v7} + G_{v11}$, их сочетание определит степень унификации технологических групп изделий. Параметры $G_{v4} + G_{v11}$ при унификации на следующем уровне становятся параметрами-ограничениями ($G_{04} + G_{011}$).

Степень унификации укрупненных марок изделий определяется в зависимости от разнообразия изделий по расположению проемов, схем электроканалов привязки отверстий, то есть по параметрам, отличающим укрупненные марки внутри одной технологической группы изделий ($G_{v12} + G_{v18}$).

Если при назначении на стадии проектирования параметров технологических классов, технологических групп, укрупненных марок изделий не соблюдается их соответствие установленным обобщающим параметрам, тогда для изготовления комплектов изделий требуются дополнительно другие по размерам и форме элементы технологического оборудования, нарушается основное условие проведения технологической унификации.

Определяя коэффициент массовости конструктивно-технологических групп отношением суточного количества формовок к количеству требуемого оборудования, а степень их унификации — по обобщающим параметрам, вскрываем тем самым неиспользованные резервы производства. Проведением последующей технологической унификации уменьшаем количество конструктивно-технологических групп изделий и повышаем массовость изготавливаемой продукции. Большая или меньшая степень унификации конструктивно-технологических групп изделий выразится в больших или меньших затратах материальных ресурсов, а коэффициент массовости — в себестоимости их изготовления. Кроме того, в зависимости от степени унификации конструктивно-технологических групп изделий будет изменяться требуемое количество типов технологического оборудования, а значит и затраты на их приобретение, то есть капитальные вложения в производство изделий.

При расчете эффективности технологической унификации изделий в зависимости от параметров заводского производства сопоставляются затраты рассматриваемого и базового или исходного унифицированного решения.

За базовое решение принимается теоретически возможное унифицированное решение с показателем степени унификации и коэффициентом массовости равными единице. При этом один технологический класс одного функционального типа изделий состоит из одной технологической группы, в со-

ставе которой одна укрупненная марка и одна марка изделий, а для их изготовления требуется один тип технологической линии, которая формируется одним типом форм, в составе которых одного типа сборки.

4. Обоснование степени технологической унификации сборных железобетонных изделий

В связи с многофакторной зависимостью между степенью унификации и показателем массовости продукции критерием выбора рациональных параметров изделий следует принимать приведенные затраты на единицу изготавливаемой продукции. Формирование целесообразной степени технологической унификации, то есть создание целесообразного унифицированного ряда конструктивно-технологических групп изделий, зависит от затрат на приобретаемые материалы, затрат на изготовление продукции (переработку материалов) и приобретение технологического оборудования. Увеличение степени унификации, а следовательно, массовости продукции требует увеличения затрат на материалы, уменьшение затрат на изготовление, изменяет себестоимость продукции и капитальные вложения. С уменьшением степени унификации происходит обратное явление.

Математическая модель задачи выбора искомой степени унификации может быть записана:

$$П \rightarrow \min$$

где: $П$ — приведенные затраты на единицу продукции.

Приведенные затраты складываются из одновременных и текущих.

$$S_{\text{ТЕК}} = S_{\text{М}}^{\delta} + \Delta S_{\text{М}} + S_{\text{н}}^{\delta} + \Delta S_{\text{н}}$$

$$\Delta S_{\text{н}} = S_{\text{н}}^{\delta} \left(\frac{m^{\delta}}{m_{\text{УН}}} - 1 \right)$$

$$S_{\text{ЕД}} = K^{\delta} + \Delta K$$

- где: $S_{\text{ТЕК}}$ — текущие затраты;
 $S_{\text{ЕД}}$ — единовременные затраты;
 $S_{\text{М}}^{\delta}$ — затраты на приобретение ресурсов для изготовления единицы продукции при базовом решении;
 $\Delta S_{\text{М}}$ — затраты на приобретение дополнительных ресурсов, необходимых для изготовления продукции после проведения унификации по ведущим обобщающим параметрам;
 K^{δ} — затраты на приобретение технологического оборудования (основные производственные фонды) при базовом унифицированном решении;

- ΔK — дополнительные затраты на приобретение технологического оборудования, зависящие от постановки на производство унифицированных изделий;
- $m^{\circ}; m^{\text{ун}}$ — коэффициент массовости соответственно при базовом и унифицированном решении.

Коэффициенты массовости и степени технологической унификации сборных железобетонных изделий формируются последовательно на разных уровнях проведения унификации, на каждом из которых минимальная величина приведенных затрат из числа определенных при различной степени унификации и коэффициенте массовости изделий определяет рациональную степень технологической унификации. При этом имеется в виду соблюдение ограничения: изготовление продукции, обеспечивающей возведение заданного состава зданий требуемого качества в заданный срок.

Такой подход к выбору рациональной технологической унификации позволил разработать экономико-математическую модель для оценки степени унификации продукции по уровням.

Рациональная степень унификации будет определяться вариантом с минимальным значением разницы приведенных затрат, полученных для базового и рассматриваемого решений:

$$\Delta\Pi = \Pi^{\text{у}} - \Pi^{\circ} \rightarrow 0,$$

где: Π° — приведенные затраты при базовом решении,

$\Pi^{\text{у}}$ — то же при унифицированном решении.

Тогда при постоянных условиях производства за рациональный может быть принят вариант $\Delta\Pi > 0$.

Если параллельно с унификацией производится перестройка производства, в том числе за счет более удачных решений изделий, входящих в унифицированный ряд, то возможно $\Delta\Pi < 0$, что указывает на необходимость пересмотра базового уровня унификации.

Литература

1. HAIGHT, F. A.: "Mathematical Theories of Traffic Flow", Academic Press. Inc., New York 1963
2. HARRIS, T. E.: "The Theory of Branching Processes", Springer-Verlag OHG, Berlin, 1963
3. ГИХМАН И. И., СКОРОХОД А. В.: «Введение в теорию случайных процессов», Издат. «Наука», Москва, 1965
4. LEVIN, R. I., КИРКПАТРИК, С. А.: "Planning and Control with PERT/CPM", McGraw-Hill Book Company, New York 1966

L. Sz. ALJOSINA

129041, Moskva, ul. Perejaslavszkaja 15, kv. 83. Sz Sz Sz R