

МОСТОВЫЕ НОРМЫ УКРАИНЫ И ЕВРОКОДЫ: СООТВЕТСТВИЕ, АДАПТАЦИЯ

Процесс адаптации национальной нормативно-технической базы мостостроения к европейским стандартам продолжается уже несколько лет. Выполнена значительная исследовательская работа, принят ряд документов, сближающих стандарты Украины и ЕС.

Из истории процесса

Украина, как и другие страны постсоветского пространства, до 2009 года пользовалась нормами СНиП 2.05.03-84. Хотя нормы были написаны очень качественно, но за столь длительный период они во многом устарели. В 2004 году был принят Закон Украины № 1629-IV «Про общегосударственную программу адаптации законодательства Украины к законодательству Европейского Союза». В том же году были изданы ДБН (Государственные строительные нормы) В.2.3-14:2004 «Мосты и трубы. Правила проектирования», которые в основном повторили старый СНиП.

Затем было решено разработать отдельные главы ДБН, в которых следовало максимально принять информацию еврокодов, которая бы не противоречила основным положениям СНиП, тем самым максимально адаптировать национальные и европейские нормативы. В 2009 году были изданы главы норм ДБН В.2.3-22-2009 «Мосты и трубы. Основные требования проектирования», ДБН В.1.2-15-2009 «Мосты и трубы. Нагрузки и воздействия», которые помогут инженерам в дальнейшем легко принять главы EN 1900 и EN 1991.

Вышедшая в 2010 году глава норм ДБН В.2.3-26:2010 «Мосты и трубы. Стальные конструкции» позволила сблизить ряд понятий EN 1993 и СНиП, но очевидной остается необходимость издать пособия по проектированию. EN 1992 «Железобетонные конструкции» может быть легко принят украинскими инженерами без выхода промежуточного ДБН или пособий. А вот EN 1994 «Сталежелезобетонные конструкции» нуждаются в толковании в виде пособий по

проектированию. Остальные еврокоды не будут нуждаться в выходе промежуточных ДБН, но полезно издать комментарии к ним в виде пособий.

В результате предшествующей работы выполнено сближение ряда основополагающих параметров, в том числе: по индексам надежности, величинам нагрузок, коэффициентам надежности. На примерах отдельных положений вышеназванных документов представим некоторые выводы.

ДБН В.1.2-15-2009 «Мосты и трубы. Нагрузки и воздействия»

Итогом принятия документа стало сближение уровня нагрузок и коэффициентов надежности к еврокодам: коэффициент надежности к постоянным нагрузкам увеличен с 1.1 до 1.25, нормативные временные нагрузки возросли на 15–20%, а расчетные увеличились до 30% (табл. 1, 2, 3).

Нормативные (в терминологии еврокодов – характеристические) нагрузки, используемые для расчетов эксплуатационного предельного состояния, в данном случае не меняются. Учитывая, что доля собственного веса в общих нагрузках преобладает, расчеты эксплуатационного напряженного состояния в еврокодах и других нормах будут мало отличаться между собой.

Так как сечения железобетонных балок в основном определяют расчеты трещиностойкости (расчеты с участием нормативных нагрузок), то возрастание временных нагрузок в общей доле нагрузок незначительно повлияет на рост материалоемкости сооружений, хотя изначально такие опасения были. Некоторое увеличение

стало заметно лишь для типовых сборных железобетонных мостов, в которых новые нагрузки иногда требовали установки дополнительной балки. Повышение расчетных нагрузок сказывается в основном на объемах стальных и сталежелезобетонных мостов, но также незначительно, и составляет 5–8%.

Расчетные нагрузки, которые используются в расчетах по предельному состоянию по прочности, связаны с нормативными коэффициентами надежности. Они характеризуют дистанцию между нормативными и расчетными нагрузками, то есть между расчетами на стадии эксплуатации и расчетами по предельным состояниям, предшествующим разрушению конструкции, и являются также частью адаптации норм.

ДБН В.2.3-26:2010. «Стальные конструкции»

В документе объемом 195 страниц, из которых 155 занимают приложения, к еврокодам адаптированы коэффициенты надежности, классы сечений, расчеты выносливости, материалы, конструкции. Рассмотрим их особенности.

Коэффициенты надежности. Расчетное сопротивление стали, как известно, это номинальное значение текучести, деленное на частный коэффициент. В еврокоде частный коэффициент для расчетов по пределу текучести, включая местную потерю устойчивости, обозначен как $g_{m0} = 1.0$. В ДБН В.2.3-26:2010 этот коэффициент принят $g_m = 1.1$ для низколегированных сталей и 1.05 – для углеродистых. Помимо этого, в ДБН В.2.3-26:2010 введены следующие коэффициенты надежности:

$g_n = 1.0$ – для всех элементов моста, кроме ключевых;
 $g_n = 1.1$ – для элементов, разрушение которых вызовет разрушение моста;
 $g_u = 1.1$ – для элементов, которые рассчитываются по временному сопротивлению;

$g_{wm} = 1.25$ – по расчету сечений сварных швов;

$g_m = 1.6$ – по расчету прочности канатов.

Классы сечений. В ДБН В.2.3-26:2010 введено понятие классов сечений и рассмотрены два класса: а) упругая работа сечения; б) полная пластика с возможностью образования пластического шарнира. Первый рекомендован для компактных сечений, то есть тех, где местная потеря устойчивости невозможна. Второй класс по еврокоду предполагает возможность местной потери устойчивости и настоящее время в ДБН не допускается.

Материалы. Чтобы иметь возможность применять зарубежные стали в Украине, в приложении Г ДБН В.2.3-26:2010 их классифицировали как в EN 10025. Они разделены на: углеродистые; низколегированные нормализованные; низколегированные термоупрочненные; атмосферостойкие; стали с высоким пределом текучести. Для сталей в ДБН В.2.3-26:2010 даны требования по следующим показателям: отношение временного сопротивления к пределу текучести; относительное удлинение после разрыва; значения ударной вязкости; значения углеродного эквивалента. В том случае, если сталь отвечает предъявленным требованиям, она может беспрепятственно быть применена для конструкций мостов в Украине. Такой подход позволил применять в мостах произведенный в Украине прокат класса прочности S355 толщиной до 100 мм по EN 10025.

Расчеты выносливости. Расчеты выносливости, представленные в СНиП, были построены по классической теории усталостной прочности. Методика учитывает характеристики циклов. К сожалению, набор узлов и элементов в СНиП крайне ограничен, что не позволяет оценивать выносливость новых узлов моста, например, плиты с коробчатыми ребрами. При разработке еврокодов была выполнена огромная практическая работа по испытаниям на усталость разнообразных элементов и деталей, с целью определения относительных порогов усталости.

Набор библиотеки испытаний позволяет оценить усталость элементов моста практически любой конструкции. Набор

Конструкции моста	Россия	Украина	EN	USA
Основные конструкции	1.1	1.25	1.35	1.25
Стальные (с учетом покрытия)	1.22	1.48	1.35	1.33
Стальные (с учетом покрытия)	1.16	1.36	1.35	1.29

Табл. 1. Коэффициенты надежности к постоянным нагрузкам

Нормы	Страны	Постоянные нагрузки			Временные нагрузки		
		конструкции	покрытие	распределенная	сосредоточенная		
					γ_f	IM	γ_f
ДБН	Украина	1.25	2.00	1.5	1	1.5	1.3
EN	Европа	1.35	1.35	1.5	1	1.5	1
СНиП	Россия	1.10	1.50	1.15	1	1.5	1.4
AASHTO	США	1.25	1.50	1.75	1	1.75	1.33

Табл. 2. Итоговая таблица коэффициентов надежности к нагрузкам
 IM – impact factor / динамический коэффициент; γ_f – load factor / коэффициент надежности

Число полос движения на мосту	ДБН		EN		СНиП		AASHTO	
	UDL	CL	UDL	CL	UDL	CL	UDL	CL
1 полоса	1	1	1	1	1	1	1.2	1.2
2 полосы	0.6	1	0.28	0.67	0.6	0.6	1	1
3 полосы	0.6	0.75	0.28	0.33	0.6	0.6	0.85	0.85
4 полосы	0.6	0.5	0.28	0.00	0.6	0.6	0.65	0.65
дополнительные	0.25	0.25	0.28	0.00				

Табл. 3. Коэффициенты к полосам движения
 UDL – равномерно распределенная нагрузка; CL – концентрированная

конструкций и пороги усталости в американских нормах и еврокодах близки, но методики расчета разные. В ДБН была принята методика, позволяющая использовать определенные в еврокодах относительные пороги усталости. При этом методика предполагает вести подсчет числа циклов за проектную жизнь моста. Для расчетов усталости принята специальная грузовая модель. Оценка выносливости указанных мест на узле ортотропной плиты не может быть выполнена по методике СНиП, но выполняется по EN и ДБН.

Конструкции. Проектирование стальных мостов в СССР было достаточно развитым, что позволило оптимизировать конструкции большинства узлов и элементов стальных мостов. К конструкциям, которые к нам пришли в последнее время из-за рубежа, можно отнести только канатные элементы и их крепления, а также ортотропные плиты с замкнуты-

ми ребрами. Опыт еврокодов был перенесен в приложение П «Ортотропные плиты» и приложение С «Стальные канатные элементы» ДБН В.2.3-26:2010 с минимальными изменениями.

Адаптированные к еврокодам ДБН должны действовать на протяжении переходного периода, до окончательного введения в Украине еврокодов. На протяжении этого периода еврокоды и украинские строительные ДБН должны действовать на равных. Затем нормы Украины определяют три документа: правила использования еврокодов; тексты еврокодов на украинском, русском и английском языках; национальные приложения.

М.М. Корнеев, канд. техн. наук, главный инженер ООО «Киевстройпроект»