

$$S_1 / 2\sigma_0 = \operatorname{tg}\Phi/2 = m, \quad (61)$$

где коэффициент  $m$  характеризует растяжение конуса в границах "идеальная жидкость" – "идеальное твёрдое тело". При  $\Phi=0^\circ$  ("идеальная жидкость")  $m=0$ , т.е. конус вырождается в отрезок прямой, совпадающий с осью  $\sigma_0$ , при  $\Phi=90^\circ$  ("идеальное твёрдое тело")  $m=1$ , т.е. конус вырождается в сферу с радиусом

$$|r| = |S_2| = \sigma_0. \quad (62)$$

Уравнение (61) находит опытное подтверждение в широком аспекте.

1. Кайбышев О.А., Валиев В.З. Границы зерен и свойства металлов. – М.: Металлургия, 1987. – 214 с.
2. Глайтер Г., Чалмерс Б. Большеугловые границы зерен / Пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 376 с.
3. Шаскальская М.П. Кристаллография: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1976. – 391 с.
4. Костов И. Кристаллография / Пер. с болг. – М.: Мир, 1965. – 528 с.
5. Филин А.П. Прикладная механика твёрдого деформируемого тела. – М.: Наука, 1975. – Т. 1. – 832 с.
6. Надаи А. Пластичность и разрушение твёрдых тел / Пер. с англ. – М.: ИЛ, 1954. – 647 с.
7. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. – М.: Наука, 1969. – 420 с.

*Получено 18.05.2002*

УДК 69.059.25

А.ШЕВЧИК

SIKA® POLAND, г.Варшава

А.В.ПАНЧЕНКО

SIKA® POLAND, г.Киев

### **НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ФИРМЫ SIKA® ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ МОСТОВЫХ ОБЪЕКТОВ**

Рассматриваются композитные материалы для усиления бетонных конструкций.

Проблемы усиления мостовых объектов это интересная и очень трудная отрасль инженерного строительного дела. Сейчас эта проблема является особенно важной по отношению к дорожным мостам в связи с тем, что растет интенсивность и скорость движения, а также, увеличивается осевое давление на транспорте. Среди многочисленных методов усиления железобетонных конструкций наиболее часто применяются: введение дополнительной арматуры; введение внешнего напряжения (внешнее армирование); увеличение бетонного сечения (например, методом торкретирования); приклеивание стальных пане-

лей по принципу внешнего армирования; приклеивание искусственных панелей по принципу внешнего армирования.

На основе своей богатой практики фирма SIKA® предлагает следующие материалы для усиления конструкций:

- \* SIKADUR-31 (средство для приклеивания стальных панелей к бетону);
- \* SIKADUR-30 (средство для приклеивания дополнительной арматуры или искусственных панелей к бетону);
- \* SIKA® CARBODUR (панели (ленты) на основе пластических масс, армированные углеродными нитями);
- \* SIKA® WRAP SYSTEM - система приклеивания холстов из углеродных волокон для увеличения грузоподъемности конструкций (дополнение системы SIKA® CARBODUR). Система усиления с высокими прочностными параметрами предназначена для железобетонных, стальных и деревянных конструкций.

Компонентами системы являются: холсты из углеродных волокон SIKA® WRAP HEX 230 C и эпоксидная импрегнационная смола для лент и холстов из углеродных волокон SIKADUR® - 330.

#### *Характеристика метода*

Композитные ленты – это ленты из углеродных волокон впаиваемых в искусственные матрицы. В литературе выступают под названием "лент CFRP", с английского Carbon Fibre Reinforced Plastic. Их свойства и способ применения для усиления конструкции будут представлены в дальнейшем. Здесь объясняем лишь общие вопросы, касающиеся этого нового метода.

Холсты из углеродных волокон SIKAWRAP® являются дополнением системы SIKA® CARBODUR. Система SIKAWRAP® предназначена прежде всего для усиления зон срезки, колонн, столбов, каменных конструкций, поверхностных усилений и всех тех ситуаций, где применение лент SIKA® CARBODUR является трудным или невозможным.

По отношению к основной концепции этот метод отвечает известному и применяемому в Польше методу усиления путем наклеивания стальных полос к элементам конструкции.

Применение композитных материалов имеет, однако, много преимуществ. Соответствующее сравнение обоих методов представлено в таблице.

Из сравнения вытекает, что единственный „недостаток” композитных материалов SIKA® CARBODUR и SIKAWRAP® – их относительно высокая цена. Следует отметить, что это недостаток мнимый. Это легко объяснить, пользуясь примером вообще первого применения

лент SIKA® CARBODUR для усиления моста Ибах в Швейцарии в 1991 году. В это время цена 1 кг лент в 40-50 раз превышала цену 1 кг стали (Fe 360). Однако, для усиления вышеуказанного моста израсходовано 6,2 кг лент, когда применение стали требует использования 175 кг этого материала, т.е. в 28 раз больше. Если к этому прибавить другие преимущества, например, значительное уменьшение расходов путем сокращения времени работ, оказывается, что уже тогда применение композитных лент SIKA® CARBODUR являлось конкурентным по сравнению с употреблением стали. Сегодня соотношение цен еще больше убеждает в необходимости применения композитных лент и холстов SIKA® CARBODUR и SIKAWRAP®. Надо еще иметь в виду стоимость рабочей силы, подмостей, механического оборудования, необходимого в случае применения стальных полос. В случае использования композитных материалов эти затраты значительно сокращаются.

Сравнение наклеивания стальных полос и композитных материалов SIKA CARBODUR® и SIKA WRAP®

Наклеивание стальных полос	Наклеивание композитных материалов SIKA CARBODUR® и SIKA WRAP®
<b>Достоинства</b>	<b>Достоинства</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Относительно низкая стоимость материала</li> <li>* Относительно многочисленные применения</li> <li>* Достаточная прочность, в том числе усталостная</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Коррозионная устойчивость</li> <li>* Прочность на растяжение в 10 раз больше</li> <li>* Легкость, простота применения и маневрирования</li> <li>* Низкая стоимость рабочей силы</li> <li>* Возможность избежания постройки подмостей (например, использование автомобильных подъемников с люлькой)</li> </ul>
<b>Недостатки</b>	<b>Недостатки</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Низкая коррозионная устойчивость</li> <li>* Относительно большой вес стальных полос</li> <li>* Трудности в маневрировании</li> <li>* Высокая стоимость рабочей силы</li> <li>* Необходимость постройки лесов и рабочих площадок</li> <li>* Ограниченные размеры (проблема соединений)</li> <li>* Соединение с усиливаемым элементом обычно механически - клеевое (т.е. клей + разного вида механические анкерные закрепления)</li> <li>* Применение – лишь для усиленных элементов из бетона</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Отсутствие размерных ограничений (длина)</li> <li>* Экстремально высокая усталостная прочность</li> <li>* Возможность применения в конструкциях из разных материалов (бетон, сталь, дерево)</li> <li>* Соединение ленты с укрепляемым элементом только при помощи слоя клея</li> <li>* Относительно высокая стоимость материала</li> <li>* Отсутствие массового применения.</li> </ul>

*Замечания о проектировании усиления*

Процедура проектирования усиления при помощи композитных лент и панелей SIKA® CARBODUR и SIKAWRAP® в Польше разработана и применена для усиления более десяти объектов. Существуют соответствующие алгоритмы компьютерной программы на основе швейцарских норм. Этот алгоритм был первоначально применен в реализованном в 1997 году проекте усиления моста на реке Виар в г.Пшемисле. Он был модифицирован, чтобы дать возможность проектировать по польским нормам, что касается прежде всего постройки мостов.

Принципы проектирования усиления бетонных конструкций состоят в том, что сохранен принцип плоских сечений, что доказано экспериментально. В связи с этим кроме коэффициента  $n = E_a / E_b$ , как в классическом железобетоне, введен коэффициент  $n_1 = E_k / E_b$  ( $E_a$ ,  $E_b$ ,  $E_k$  – модуль Юнга, соответственно: стали, бетона и композитной ленты). Формулы для установления размеров усложняются по сравнению с существующими подходами, но упомянутый алгоритм позволяет избежать затруднительных вычислений.

Существуют также обработанные формулы на срез, определение нужной длины анкерного закрепления ленты, в том числе, когда она предварительно напряжена. Технология напряжения лент до их наклеивания к усиливаемым конструкциям пока обрабатывается в лабораторных условиях.

*Эффективность усиления лентами и  
основной объем применения метода*

Эффективность усиления бетонных конструкций композитными лентами очень высокая, в зависимости от вида лент, количества их слоев и вида нагрузки, предельная грузоподъемность элемента может увеличиться в 2-3 раза по сравнению с неусиленным элементом. Касается это особенно балок.

Чтобы достигнуть эффективного усиления при помощи лент надо очень строго сохранять технологический режим, прежде всего касающийся подготовки основного материала, что будет описано ниже. Здесь скажем только, что перед наклеиванием лент надо провести испытание прочности бетонного основания на отрыв, так называемое испытание „pull - off”. Минимальное значение этого испытания должно дать результат 1,5 МПа.

Существующий опыт, в том числе польский, в области усиления конструкций позволяет показать следующие примеры частого и рацио-

Список объектов, усиленных методом SIKAR<sup>®</sup>CARBODUR в Польше

Местность	Срок реализ.	Объект	Группа материалов	Инвестор	Исполнитель
Кенты	1997	Завод Легких Металлов – усиление перекрытий	SIKAR <sup>®</sup> CARBODUR SYSTEM	Завод Легких Металлов	РАК
Краков Опатковице	1997	Путепровод дороги № 7	SIKAR <sup>®</sup> CARBODUR SYSTEM (M1214, 155м), SIKADUR 53	МЗД Краков	ЕвроБуд Альверния
Люблин	1997	Городская больница - усиление перекрытий	SIKAR <sup>®</sup> CARBODUR SYSTEM (S 512, 1700 м)	Войев. Дир. Инвестиций	Урбекс Люблин
Пшемьсль-Медика	1997	Мост дороги № 4 (M1214, 275 м)	SIKAR <sup>®</sup> CARBODUR SYSTEM, SIKAR <sup>®</sup> GARD 680 S BETONCOLOR	ВДМ Пшемьсль	КПРМ Сандомеж, Интоп Тарнобжег
Срем	1997	Мост на реке Варте (С812, 300м)	SIKAR <sup>®</sup> CARBODUR SYSTEM, SIKAR <sup>®</sup> GARD 680 S BETONCOLOR	ДОДМ Познань	Единка Познань
Зелена Гура	1997	Эстакада в ал. Зъедночнения в Зеленой Гуре	SIKAR <sup>®</sup> MONOTOP SYSTEM, SIKAR <sup>®</sup> GARD 550 ELASTIC, SIKAR <sup>®</sup> CARBODUR SYSTEM	ДОДП Зелена Гура	Мосты Зелена Гура (СМАЙ) Сулехув
Аугустув	1998	Автомарожный мост на канале Быстром на дороге № 19 (M1214, 195 м)	SIKAR <sup>®</sup> CARBODUR SYSTEM, SIKAR <sup>®</sup> WRAP SYSTEM (37м <sup>2</sup> ) SIKAR <sup>®</sup> MONOTOP 612	ДОДП Бялысток	Интоп о. с о.о.
Гдыня	1998	Плита фундамента ППА Банк на ул. Свентоянской	SIKAR <sup>®</sup> CARBODUR SYSTEM (S512,350м)	Рудзкий Бильдинг	Рудзкий Бильдинг
Легница	1998	Усиление железобетонных столбов	SIKAR <sup>®</sup> CARBODUR SYSTEM	Медный завод Легница	ПК Вроцлав
Аугустув	1999	Мост на канале Быстром	SIKAR <sup>®</sup> CARBODUR SYSTEM, SIKAR <sup>®</sup> WRAP	ДОДП Бялысток	Интоп Гданьск

нального применения композитных лент SIKA® CARBODUR в бетонных объектах:

- когда требуется усиление в связи с обычной нагрузкой балок и плит, тогда ленты надо приклеивать согласно огибающей эпюре изгибающих моментов. Они бывают разной длины и могут быть наклеены в 1 или больше слоев (выступает здесь определенная аналогия к схеме армирования стержнями в изгибаемых элементах);
- когда требуется усиление, предотвращающее появление трещин в сборных или других балках, тогда ленты наклеиваются „от опоры к опоре” по всей длине элемента;
- когда требуется усиление в связи со срезом от главных растягивающих напряжений, тогда отрезки лент наклеиваются в таких направлениях как отогнутые стержни.

Надо подчеркнуть, что усиление при помощи композитных лент SIKA CARBODUR® полезное и эффективное во всех случаях. Это универсальный метод.

Получено 18.05.2002

УДК 69.059

В.А.ГАЕВСКАЯ

ЖСК Основянского отделения ЮЖД, г.Харьков

### **УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ ЖИЛЫХ ДОМОВ**

Предложена шестиуровневая система классификации объектов технического обслуживания и ремонта жилых домов для возможности применения информационно-управляющих технологий в процессах эксплуатации жилищного фонда.

Работы по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту являются неотъемлемой частью системы использования, технического обслуживания и обеспечения сохранности жилищного фонда Украины. Эти работы регламентируются правилами и нормами технической эксплуатации, а также положением о проведении планово-предупредительных ремонтов жилых домов.

Для перехода от традиционных ручных к автоматизированным методам принятия и реализации управленческих решений по содержанию жилых домов ЖСК и их инженерного оборудования в технически исправном состоянии необходимо разработать систему классификации всех объектов технического обслуживания и ремонта, их основ-