

в инженерных расчетах конструкций ограждения из трехслойных стеновых блоков по первому предельному состоянию (по несущей способности).

### Литература

1. Босаков, С.В. Вариационно-разностный подход в решении контактной задачи для нелинейно-упругого неоднородного основания. Плоская деформация. Теория расчета (Ч. 1) / С.В. Босаков, О.В. Козунова // Вестн. БНТУ. – Минск, БНТУ. – 2009. – № 1. – С. 5 – 13.
2. Босаков, С.В. Вариационно-разностный подход в решении контактной задачи для нелинейно-упругого неоднородного основания. Плоская деформация. Результаты расчета (Ч. 2) / С.В. Босаков, О.В. Козунова // Вестн. БНТУ. – Минск, БНТУ. – 2009. – № 2. – С. 15 – 19.
3. Козунова, О.В. Нелинейный расчет инженерной системы «плита – основание» с использованием переменного модуля деформации / О.В. Козунова, Е.А. Сигаи // Вестн. гражданских инженеров. – СПб.: СПбГАСУ. – 2011. – № 1(26). – С. 72 – 82.
4. Босаков, С.В. Расчет балки на упругой физически нелинейной полуплоскости / С.В. Босаков, О.В. Машкова (Козунова) // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: сб. науч. тр., Гомель: УО «БелГУТ», 2005. – С. 40 – 43.
5. Александров, А.В. Основы теории упругости и пластичности / А.В. Александров, В.Д. Потапов. – М.: Высш. шк., 1990. – 398 с.

УДК 624-2/-9

**Иванов А.А.; Колтунов А.И., канд. техн. наук, доц.**  
(ПГУ, г. Новополоцк)

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНТАКТНО-ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ КРЕСТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРЫ**

В последнее время в строительном производстве большинства промышленно-развитых стран мира четко обозначилась тенденция к экономии энергии, затрачиваемой при производстве железобетонных изделий, поскольку снижение энергозатрат напрямую связаны со снижением себестоимости продукции, в которой нуждаются все отрасли промышленности. Снижение себестоимости означает повышение конкурентоспособности на рынках строительных материалов и изделий. В связи с этим все более ши-

рокое распространение получают конкретизация и уточнение значения предела прочности сварных соединений, которые позволяют добиться минимального расхода электроэнергии при обеспечении необходимых эксплуатационных качеств железобетонных конструкций.

Внедрение энергосберегающих технологий при изготовлении железобетонных изделий связано со сварными соединениями.

Обеспечение заводов ЖБИ данными об оптимизации режимов контактно-точечной сварки, при соответствующей необходимой прочности сварного стыка, во многом предопределяет успешное выполнение задач повышения экономичности производства железобетона.

Контактно-точечная сварка применяется, как правило, в крупносерийном и массовом производстве. Это обусловлено высокой производительностью машин контактной сварки, легкостью механизации и автоматизации процесса сварки, а также стоимостью оборудования. Расход электроэнергии при производстве железобетонных конструкций зависит от нескольких параметров, которые нормируются при контактно-точечной сварке: силе тока, времени сварки, силе давления на стержни.

В соответствии с нормативной документацией на сварочные соединения К1-Кт требуемая прочность нормируется по СТБ 2174-2011.

Крестообразные сварные соединения могут быть как нормируемой, так и ненормируемой прочности.

Средние значения временного сопротивления рабочей арматуры в крестообразных соединениях с нормируемой прочностью, в зависимости от диапазона значений их временного сопротивления (разности между максимальным и минимальным значениями) в выборке должны быть не менее приведенных в таблице 1. Диапазон значений временного сопротивления сварных соединений во всех случаях не должен превышать 118 МПа.

Таблица 1

Средние значения временного сопротивления

Диапазон значений временного сопротивления сварных соединений в выборке, МПа	Класс арматуры			
	S240	S400	S500(1)	S500(2)
До 39 включ.	314	530	554	541
Св. 39 до 78 включ.	334	559	575	562
Св. 78 до 118 включ.	373	589	600	581

Крестообразные сварные соединения, прочность которых указана в рабочих чертежах (не нормирована), должны обеспечивать восприятие поперечной арматурой изделий не менее 30 % усилия, соответствующего временному сопротивлению рабочей арматуры.

Класс прочности на срез таких соединений определяют на основе отношения номинальной прочности на срез крестообразного соединения к номинальному нормируемому временному сопротивлению рабочей арматуры по таблице 2.

Таблица 2

Классификация по прочности на срез крестообразных соединений

Класс прочности на срез	Коэффициент среза $S_f$
SF30	$\geq 0,3$
SF40	$\geq 0,4$
SF50	$\geq 0,5$
SF60	$\geq 0,6$
SF70	$\geq 0,7$
SF80	$\geq 0,8$

Задача данной работы – исследование прочностных характеристик крестовых сварных соединений, выполненных с помощью контактно-точечной сварки с использованием различных параметров.

Для исследования прочности крестообразных соединений типа К1 по СТБ 2174-2011 стержни сваривались на контактно-точечной машине с различными параметрами сварки.

Производилась сварка соединений различных диаметров, классов прочности с использованием параметров как заводских, так и оптимизированных. При каждом режиме сваривалось по три образца, после чего производилось их испытание на срез. Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Данные таблицы 3 свидетельствуют, что оптимизация параметров силы тока и времени сварки, при прочих равных условиях, позволяет экономить значительное количество электроэнергии. В нашем случае величина экономии составила до 24 %.

Таблица 3

Результаты испытаний прочности крестообразных соединений

Параметры	Тип соединения	Ø, мм	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup>	Мощность, Р, кВт	Затраты электроэнергии, кВтч
Стандартные параметры	SF30(30% прочности)	3+8	321	23,4	32,7
		3+10	327	23,4	32,7
		3+12	354	23,5	32,9
		4+10	372	24,4	34,1
		4+12	374	24,6	34,4
	SF80	5+10	736	38,3	53,6
		5+12	782	38,9	54,5
Оптимизированные параметры	SF30(30% прочности)	3+8	207	21,3	25,5
		3+10	211	21,3	25,5
		3+12	212	21,4	25,7
		4+10	210	22,3	26,8
		4+12	228	22,6	27,1
	SF80	5+10	525	35,9	43,1
		5+12	534	36,6	43,9

Анализируя результаты проведенной работы, можно сделать следующий вывод: оптимизация параметров контактно-точечной сварки при производстве арматурных изделий железобетонных элементов позволяет добиться значительного снижения энергозатрат.

### Литература

1. Изделия арматурные сварные для железобетонных конструкций. Технические условия: СТБ 2174-2011. – Минск: Минстройархитектуры, 2011.
2. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций: ГОСТ 14098-91. – Минск: Минстройархитектуры, 1992.
3. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия: ГОСТ 10922-90. – Минск: Минстройархитектуры, 1990.