

3. Gayner R.D. Understanding chloride percentage // Concrete Products. – 1986. Vol. 89.- p.34 – 44.
4. Influence of chlorides in reinforced concrete. ACI forum //Concrete International Design and Construction: 1985. Vol.7, No9.-p. 13 – 19.
5. Jamata T., Emoto J., Soeda M., Tatsumoto N.//Fukuoka Univ.Rev.Technol.Sci. – 1985. – n35. – p.219 – 233.
6. Bob C. Probabilistic assessment of reinforcement corrosion in existing structures // Concrete Repair, Rehabilitation and Protection. Edited by R K Dhir and M R Jones. E @ FN Spon, London. p. 17 – 28.
7. Jones M.R., McCarthy, M.J., Dhir, R.K. "Chloride resistant concrete". Proc. Of the Internat. Conference "Concrete 2000", Dundee, 1993, E @ FN Spon.
8. Bob C. Some aspects concerning corrosion of reinforcement. Proc. Of Intern. Conference "The Protection of Concrete", Dundee, 1990.
9. Siemes, A. J. et al : "Durability of buildings : a reliability analysis" Heron, Delft University, Vol.30, No. 3, 1985.
10. Parrott, L. J. " Effects of curing and cement type on the performance of cover concrete, Proc. Of Intern. Conference "Concrete", Dundee, 1993, E @ FN Spon.
11. Hilsdorf, H.: "Durability of concrete – a measurable quantity" Proc. Of the IABSE Symposium "Durability of structures" Lisbon, 1989.)
12. Леонович С.Н., Зикеев Л.Н. Долговечность центрифугированных железобетонных стоек. – М.: Информэнерго, 1991. – 64с. – (Сер. Строительная индустрия в энергетике. Вып.4 – 5).
13. Леонович С.Н. Реконструкция предприятий мясной и молочной промышленности. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1993. – 48с.
14. Леонович С.Н., Иванов Ф.М., Пецольд Т.М. Железобетон и экология // Строительство и архитектура Беларуси. – 1993, №6, с. 6 – 8.

УДК 691.328:620.191.33

Леонович С.Н., Попов О.В., Гуров И.

КОЭФИЦИЕНТЫ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ НОРМАЛЬНОМ ОТРЫВЕ ЗАМОРОЖЕННОГО БЕТОНА КОНСТРУКЦИЙ, ОПРЕДЕЛЕННЫЕ МЕТОДОМ ОТРЫВА СО СКАЛЫВАНИЕМ

1. ВВЕДЕНИЕ

Особенностью работ по диагностике железобетонных конструкций холодильника Минского хладокомбината №1 в осях 1 – 12 являлось то обстоятельство, что весь комплекс инженерных обследований проводился при эксплуатационной температуре в помещениях и холодильных камерах, что позволяло определять «эксплуатационные» прочностные и деформационные характеристики бетона (и производить пересчет на эти характеристики при положительной температуре, зафиксировав реальные температуру и влажность), а также идентифицировать реальное напряженно-деформированное состояние в конструкциях при эксплуатационных условиях (реальной степени водонасыщения бетона и отрицательной температуре) и при оттаивании. Второй особенностью являлось выполнение работы в полностью загруженных холодильных камерах, что с одной стороны усложняло обследование, с другой

стороны это представляло практически реальное максимальное нагружение основных несущих конструкций (включая перемещение по перекрытию погрузчика):

2. МЕТОДИКА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ БЕТОНА

Эти особенности стали определяющими в методике обследований, в выборе методов неразрушающего контроля прочности бетона, в дополнительных лабораторных испытаниях бетона:

Например, при тотальном обледенении железобетонных конструкций метод пластических деформаций использовать невозможно. Поэтому повсеместно применялся метод отрыва со скалыванием с помощью прибора ГПНС. Затем полученное значение прочности корректировалось по известной зависимости с учетом параметров отрицательной температуры в соответствующей холодильной камере и влажности бетона конструкции, последняя определялась в лабораторных условиях.

Комплекс работ по обследованию включал следующие мероприятия: фиксация различных повреждений и дефектов; определение трещиностойкости и прочности бетона методом отрыва со скалыванием прибором ГПНС; отбор проб бетона для определения степени его водонасыщения и особенностей микро- и макроструктуры; фиксация положения арматуры магнитным методом прибором ИЗС-10Н; вскрытия арматуры для определения ее диаметра, класса, степени коррозионного износа и толщины защитного слоя; вскрытия для определения состава перекрытий и толщины пола.

Визуальный осмотр монолитных плит перекрытия в замороженном состоянии свидетельствует, в основном, о их удовлетворительном состоянии. Сохранилась на нижней поверхности плит фактура от дощатой опалубки, что иллюстрирует сохранность защитного слоя бетона. Следует подчеркнуть, что такой уровень коррозионной деструкции определяется тем, что железобетонные конструкции перекрытий в холодильных камерах эксплуатируются перманентно при отрицательной температуре (от -22°C до -27°C) с очень редкими и короткими периодами оттаивания. Вместе с тем, лабораторные анализы показывают высокую степень запесоченности монолитного бетона перекрытий, а также значительная сегрегация бетона по толщине плиты. Другой недостаток перекрытий является традиционным для монолитного бетона тех лет, (при отсутствии щебня неразрабатываемого в тот период Микашевичского месторождения гранита) – использование гравия крупных фракций с включением осадочных пород характерного желтоватого цвета. То, что эти недостатки являются характерными для всех перекрытий холодильных камер, подтверждают многочисленные места сверления бетона и отколы бетона при испытании его методом отрыва со скалыванием.

Наиболее характерным дефектом является недостаточная толщина защитного слоя, поэтому часто проступает нижняя арматурная сетка на нижней поверхности монолитных железобетонных перекрытий. Наблюдаются отдельные участки, где морозная деструкция поразила бетон на глубину более толщины защитного слоя, что связано скорее всего с некачественным заполнителем из осадочных пород повышенной влажности.

Дефекты, зафиксированные в холодильных камерах, в вестибюлях проявились более значительно. Причинами этого являются: частое и резкое изменение температуры и влажности (циклическое замораживание и оттаивание) представляет более жесткий режим эксплуатации; более продолжительные динамические воздействия от интенсивной работы погрузчиков, перемещающих продукцию из камер к лифтам и обратно.

Колонны, как и конструкции перекрытий, забетонированы в деревянной опалубке. Прочность бетона конструкций определялась неразрушающими методами. В данной работе определение прочности производилось в соответствии с ГОСТ 22690-88 методом отрыва со скалыванием. Использовался прибор ГПС-4 с анкерным устройством 111 типа. Глубина заделки анкера: 35 – 42 мм в соответствии с ГОСТ. Испытания производились при отрицательных температурах (1 этаж: -20 °С; 3 этаж: -25 °С; 5 этаж: -27 °С).

Градуировочная зависимость определяется формулой:

$R = m_1 \cdot m_2 \cdot P$, где m_1 – коэффициент, учитывающий максимальный размер крупного заполнителя в зоне вырыва;

m_2 – коэффициент пропорциональности при переходе от усилия вырыва, кН, к

$R_{ж}$ – прочности бетона, МПа;

$P_{ж}$ – усилие вырыва анкерного устройства, кН.

В соответствии с ГОСТ $m_1 = 1$; $m_2 = 1.5$.

Площадь поверхности рабочего поршня ГПС-4 при диаметре, равном 65 мм составляет 33.2 см². Усилие вырыва равно давлению на поршень, умноженному на его площадь.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты испытаний сведены в табл. 1.

Таблица 1. Прочность бетона колонн, определенная методом отрыва со скалыванием: бетона в замороженном состоянии

Этаж	Оси	Давление кГ/см ²	Прочность в замороженном состоянии, МПа	Температура, оС	Весовая влажность, %	Коэффициент интенсивности напряжения, МПа
1 этаж	Е/4	85	42.3	-20 °С	От 1.5	0.64
1 этаж	Е/6	130	64.7	-20 °С	До 5.5	0.98
1 этаж	Г/6	110	54.8	-20 °С		0.83
1 этаж	Д/4	120	59.8	-20 °С		0.90
1 этаж	В/4	130	64.7	-20 °С		0.98
1 этаж	Б/6	-	-	-20 °С		-
1 этаж	Б/10	100	49.8	-20 °С		0.75
3 этаж	Д/5	90	44.8	-25 °С		0.68
3 этаж	Г/5	80	39.8	-25 °С		0.6
3 этаж	Д/6	80	39.8	-25 °С		0.6
3 этаж	Г/6	100	49.8	-25 °С		0.75
5 этаж	Е/6	90	44.8	-27 °С		0.68
5 этаж	Е/4	70	34.9	--27 °С		0.53

Если задаться распределением главных напряжений по длине образующей конуса разрушения в виде параболы пятой степени, нормальные напряжения σ_r при старте трещины определяется из:

$$\sigma_r = \frac{3P(\cos^2(90 - \alpha) - \sin 2(90 - \alpha))}{2\pi^3(1 + \text{tg} \alpha)} \quad (2)$$

где: P – усилие вырыва;
 α – угол между образующей конуса разрушения и осью шпура; $\alpha = \arctg(R/l)$;
 Величину K_{ic} рекомендуется К.А. Пирадовым [2] определять на основе решения [3] о полукруговом диске с краевой трещиной, когда круговая граница закреплена, по зависимости:

$$K_{ic} = \sigma_r \sqrt{2\pi l} [0,8 / ((R/l)^3 - 1) + 0,7] \quad (3)$$

Прочность на сжатие бетона колонн в оттаянном состоянии, определенная методом пластической деформации в другой части здания составляла от 23 до 42 МПа при проектной марке М170.

В Межотраслевой научно-исследовательской лаборатории модифицированного бетона Белорусской государственной политехнической академии по отобранным в конструкциях опытным образцам были выполнены: определение влажности бетона; анализы пористости бетона, в том числе по кинетике его водопоглощения.

Результаты лабораторных испытаний бетона сведены в табл. 2.

Таблица 2.

Влажность бетона и показатели пористости

№ образца	$W_{max}, \%$ по массе	$W_{об min}, \%$	$W_{max}, \%$	X_1	λ	α
1-1	5.5	3.0	3.7	1.05	1.0	0.3
1-2	1.5	0.6	0.66	0.5	0.5	0.01
1-3	4.1	2.3	2.3	0.85	0.85	0.01
1-4	2.8	1.3	1.3	0.6	0.6	0.01
1-5	2.6	1.5	1.6	0.95	0.6	0.1

Примечание: X_1 -показатель среднего размера пор; λ - показатель пор с учетом α ;
 α - степень однородности пор по размерам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гузев Е.А., Леонович С.Н., Пирадов К.А. Механика разрушения : вопросы теории и практики. – Брест : БПИ, 1999. – 217с.
2. Пирадов К.А., Мамаев Т.Л., Кожобеков Т.А. Новый метод определения морозостойкости бетона на основе фундаментальных положений механики разрушения//Настоящий сборник.
3. Srivastava K.N., Kumar M.A. A note on the problem of edge crack in semi – circular plate // Int. J. Fract. – 1976.- 12, № 4.- p.6645 – 646.

УДК 624:621.642.3.04

Никитин В.И., Ракецкий В.М., Лапко А., Прусел И.А.

ГИГРОТЕРМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ СТЕНКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СИЛОСОВ

Для хранения сыпучих материалов часто используются железобетонные силосы цилиндрической формы монолитного или сборного исполнения. В процессе их эксплуатации на поверхности цилиндрических стенок образуется и развивается сетка глубоких трещин, которые в конце концов становятся причиной отказа силосов