



СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212_2023_4_409
MFTAA 67.11.31

А.В. Хапин¹, Б.Е. Махиев¹, Д.В. Веревкин², К.Ж. Кангалакова¹, Ж.К. Ракижанова¹

¹Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ, Қазақстан

E-mail: sacha2447@rambler.ru

E-mail: bolat6505@rambler.ru*

E-mail: kuralai869@mail.ru

E-mail: janarrak@mail.ru

²Шығыс ғылыми-зерттеу кен-металлургия түсті металдар институты, Өскемен қ, Қазақстан

E-mail: dvverevkin@ya.ru

ЕСКІ ЖӘНЕ ЖАҢА НОРМАТИВТІК ҚҰЖАТТАРҒА СӘЙКЕС ТЕМІРБЕТОН ТАҚТАСЫН БАСТЫРУҒА ЕСЕПТЕУДІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ НА ПРОДАВЛИВАНИЕ ПО СТАРЫМ И НОВЫМ НОРМАТИВНЫМ ДОКУМЕНТАМ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CALCULATION OF A REINFORCED CONCRETE PLATE FOR PUNCHING ACCORDING TO OLD AND NEW REGULATORY DOCUMENTS

Аңдатпа. Мақалада автожүк тиеуші дөңгелектерінің қысымынан шоғырланған жүктеме әсерінен қойма ғимаратының қырлы темірбетон аражабын тақтасы сәресінің бұзылу себептері қарастырылады. Ескі жобалау нормалары бойынша және Еурокод 2 бойынша бастыруға есептеу келтіріледі. Еурокод 2 бойынша есептеу бетонның кернеулі күйін дәлірек есепке алатыны көрсетілген. Соңғы элементтер әдісін қолданып кернеулер анықталуы орындалды. Нақты бұзылу көрінісі және теориялық есептермен салыстырмалы талдау жүргізілген. Тақта иілуінен тік кернеулер бұзылу процесіне шешуші әсер етуі туралы қорытынды жасалды. Нығайту бойынша ұсыныстар берілген.

Түйін сөздер: темірбетон тақта, сәре, бастыру, жобалау нормалары, Еурокод 2, есептеу, нығайту.

Аннотация: В статье рассматриваются причины разрушения полки ребристой железобетонной плиты перекрытия складского здания при действии сосредоточенной нагрузки от давления колёс автопогрузчиков. Приводится расчёт на продавливание по старым нормам проектирования и по Еврокоду 2. Показано, что расчёт по Еврокоду 2 более точно учитывает напряжённое состояние бетона. Выполнено определение напряжений с использованием метода конечных элементов. Проведён сопоставительный анализ фактической картины разрушения и теоретических расчётов. Сделан вывод о решающем влиянии на процесс разрушения нормальных напряжений от изгиба плиты. Даны рекомендации по усилению.

Ключевые слова: железобетонная плита, полка, продавливание, нормы проектирования, Еврокод 2, расчёт, усиление.

Abstract. This work describes the characteristics of the constructive solution of the building. A photo of the interior is shown. An analysis of the features of interfloor ceilings is given. The operating conditions are analyzed. The causes of destruction of the shelves of ribbed slabs are considered. The current vehicle loads are determined. The values of concentrated loads are calculated. The calculation for the punching of

the shelves is made according to the old design standards. Conditions for the application of loads are clarified. The influence of the size of the load application sites is shown. The calculation for punching is made according to Eurocode 2. It is shown that the calculation according to Eurocode 2 more accurately takes into account the stress state of concrete. The dimensions of the main control section are determined. A punching model has been developed. A comparative analysis of two calculations is carried out. The stress state of the shelf is estimated using the finite element method. The theoretical and full-scale dimensions of the shelf damage zones are compared. A photo of the damage is shown. The conclusion is drawn on the decisive role of tensile stresses from bending. The option of reinforcing the shelf of the slab is proposed.

Keywords: reinforced concrete slab, shelf, concentrated load, punching, design norm, Eurocode 2, calculation, comparative analysis of reinforcement.

Кіріспе. Ұлт жоспарының [11] нақты іс-шараларының бірі 49-қадам – құрылыс саласында ескірген құрылыс нормалары мен ережелерін ауыстыру үшін Еурокод жүйесін енгізу. Бұл маңызды мәселені шешу ескі және жаңа нормативтік құжаттарға сәйкес жобалау және есептеу нәтижелерін салыстырумен байланысты мамандар үшін тәжірибелік қызығушылық тудырады. Бұл мақалада шоғырланған жүктеменің әсерінен темірбетон тақтасын бастыруға есептеудің салыстырмалы талдауы келтірілген.

Материалдар және зерттеу әдістері. Заманауи пайдаланылатын ғимараттарда құрастырмалы темірбетон қырлы тақталары кеңінен қолданылады. Көбінесе олар жабындарда, қабат арасындағы аражабындарда сирек қолданылады. Жабын тақталарына әсер етуші жүктемелердің ерекшелігі таралған сипаты артықшылық болып табылады: әдетте, бұл шатырдың оқшаулағыш қабаттарынан және қардан түсетін жүктемелер. Шоғырланған күштер әсер ету жағдайында қырлы тақталар бастыру беріктігін қамтамасыз ету үшін қалың сөресімен (30 мм орнына 40-50 мм) жобаланған.

Өндірістік ғимараттардың қабат арасындағы аражабындарда көбінесе құрастырмалы қырлы темірбетон тақталар қолданылады. Оларға әсер ететін шоғырланаған жүктемелер жағдайында, бастыруға беріктігі жеткілікті қалыңдатылған сөре қолданылады.

Көбінесе, технологиялық процестің өзгеруімен және қабат арасындағы аражабындарда қозғалатын жаңа көліктерді пайдаланумен, қырлы тақталарының сөрелеріндегі шоғырланған жүктемелер артады. Мұндай мәселе Өскемен ұн комбинатының дайын өнім сақтайтын қоймасының көпқабатты ғимаратын пайдалану кезінде кездесті.

Дайын өнім қоймасы – ағаш паллеттерде сақталатын және жүк көтергіш машиналардың көмегімен өз аумағы бойынша тасымалданатын қаптардағы ұнды сақтауға арналған үш қабатты ғимарат. Шоғырланған жүктемелер дөңгелек қысымынан максималды есептік мәні 1800 кгк тең жүк көтергіштер қабат арасындағы аражабынға беріледі.

Қойма құрылысы «Промзернопроект» институтының типтік жобасы бойынша орындалған. Мұндай жобалар өткен ғасырдың елуінші жылдарының соңында өңделген [12], ұн салынған қаптар қол арбалар арқылы қозғалған кезде; ал аражабындағы дөңгелектердің қысымы 200 кгк аспаған.

Құрылымдық сұлбаға сәйкес дайын өнімдер қоймасы темірбетонды қаңқалы ғимараттарға жатады. Қойманың қаңқасы құрастырмалы. Екінші және үшінші қабаттар деңгейінде 450×450 мм өлшемді қимасы шаршы бағандардан және арқалықсыз қабат арасындағы аражабындардан тұрады. Аражабындар капительдерден, бағаналық және аралық құрамалы темірбетон қырлы тақталардан құрастырылды (1-сурет). Капительдер өлшемдері 750×750 мм бағандардың кеңеюіне тіреледі, олармен дублермен біріктіріледі және ғимараттың әріптік және цифрлық осі бойынша екі өзара перпендикуляр бағытта жүретін бағананың үстіңгі тақталарынан түсетін жүктемені қабылдайды. Тақталар капительдермен қосалқы бөлшектерді дәнекерлеу арқылы қосылады, қаңқаны кесілмеген қатаң жүйеге айналдырады. Аралық тақталар бағананың үстіңгі тақтайшаларының бойлық қырларының шығыңқы жерлеріне тіреледі және үш жағынан тірелген қырлы

тақталар ретінде жұмыс істейді.

Аражабын элементтерінің өлшемдері келесідей: капительдер шаршы түрінде, 2300×2300 мм; бағананың үстіңгі тақтайшалары 2100×3900 мм, аралық тақталар 2000×4000 мм.



1-сурет. Қабат арасындағы аражабынның жалпы көрінісі

Бағананың үстіңгі тақтайшаларының бойлық қырларының биіктігі 400 мм, бағананың үстіңгі тақтайшаларының қырларының шығыңқы жерлеріне тірелген аралық тақталар 300 мм (2, а-сурет). Тақталар сөрелерінің қалыңдығы 50 мм-ге тең, жоспардағы өлшемдері 2000×2000 мм, өйткені аралықтың ортасында тақта сөрелері көлденең қырымен бекітілген. Тақталар В30 класты ауыр бетоннан жасалған, еден қалыңдығы 30 мм цементпен құйып жасалған.

Зерттеу процессінде ғимаратты пайдалану кезінде бетонның қорғаныс қабатының бұзылуымен және арматуралық тордың экспозициясымен бір мезгілде болуынан және тақта сөрелерінің зақымдануының 5 мм-ге дейін ауытқулары анықталды (3-сурет). Мұндай зақымдану жүк көтергіштердің дөңгелектерінен шоғырланған жүктің әсерінен болды; дөңгелектің түсіп кетуімен сөрелердің бұзылуы да болды. Зерттеудің міндеті бұзылу себептерін анықтау болды.

Еурокод 2 [4] бойынша темірбетон конструкцияларын жобалаудың жаңа ережелерін енгізуге байланысты ескі [13] және жаңа нормативтік құжаттар [1, 2] бойынша есептеуге салыстырмалы талдау жүргізу қызығушылық тудырады.

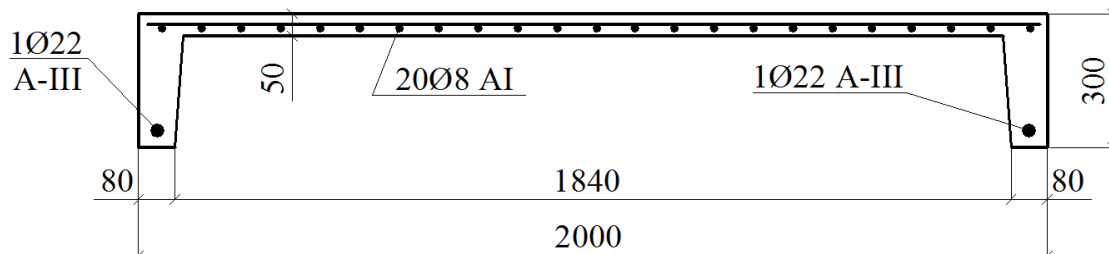
Жобалау нормаларының [13] 3.24 тармағында тақталарды бастыруға есептеу үшін келесі формула ұсынылады:

$$F \leq \alpha \cdot R_{bt} \cdot u_m \cdot h_o, \quad (1)$$

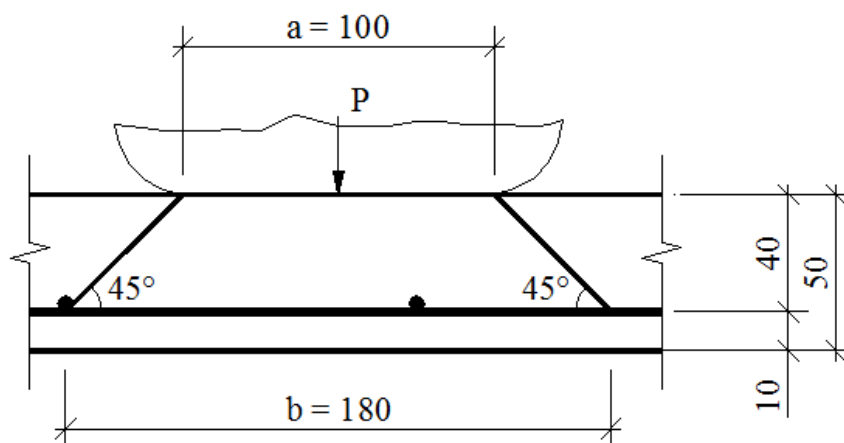
мұндағы: F – сығу күші; $\alpha = 1.0$ – ауыр бетон үшін коэффициент; u_m – қиманың бастыру

кезінде жұмыс биіктігінде пайда болған пирамиданың жоғарғы және төменгі табандардың периметрлерінің орташа арифметикалық мәні (2, б-сурет,); R_{bt} – класы В30 ауыр бетонның созылуға есептік кедергісі, $12,2 \text{ кгк/см}^2$ тең; $h_0 = 40 \text{ мм}$ –тақта қимасының жұмыс биіктігі.

а)



б)



2-сурет. [3] сәйкес қырлы тақтаны есептеуіне:

а – аралық тақтаның көлденең қимасы; б – бастыру сұлбасы

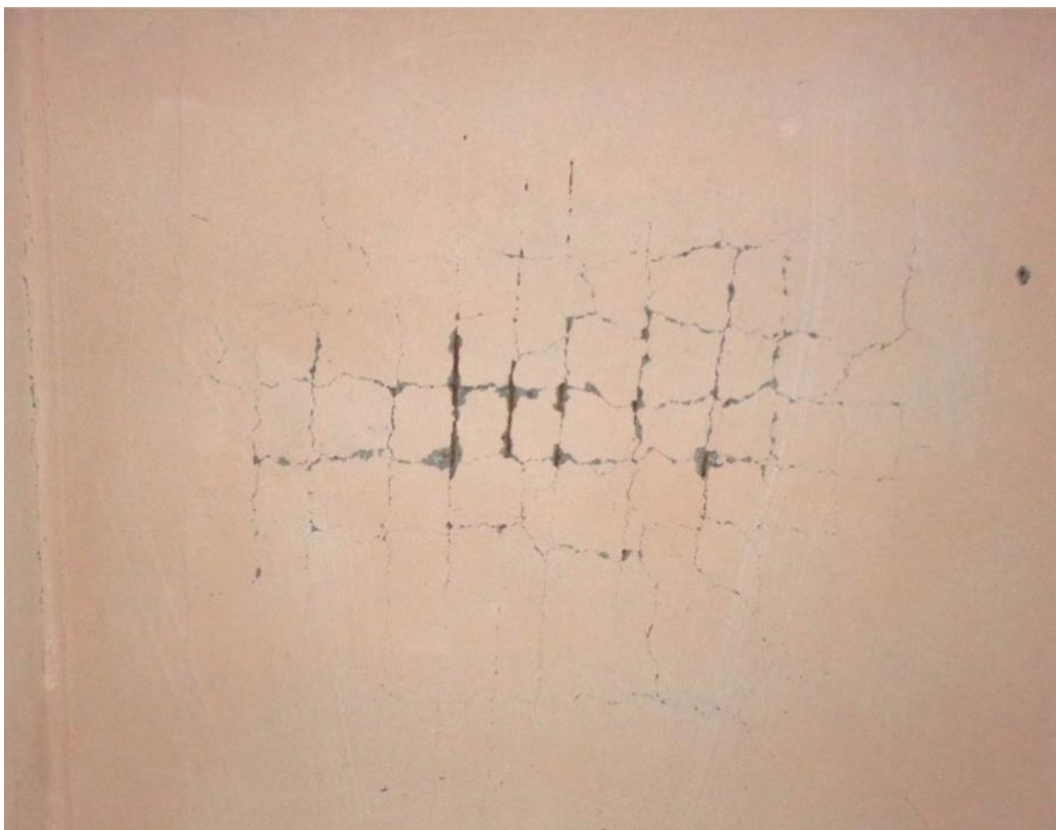
Тақтаның қалыңдығы және оның геометриялық өлшемдері [4, 5] ережелер жиынтығының әдістемесі бойынша орындалып, ғимаратты толық зерттеу нәтижесінде анықталып [3] қорытындыда баяндалған. Тақтаның бетон беріктігі МЕМСТ 22690 [6] бойынша IPS-MG 4.03 құрылғысы арқылы бұзылмайтын әдіспен анықталды.

Жүк көтергіш машинаның дөңгелектерін толық өлшеу негізінде шоғырланған жүктеме берілетін ауданның өлшемдері (резенкеге дөңгелектің аражабынмен жанасу ауданы) $14 \times 14 \text{ см}$ болатыны анықталды. Жүктеме берудің біркелкі емес сипатын ескере отырып, төмендегі есептеуде өлшемдері $10 \times 10 \text{ см}$ аудан қабылданған. Тақтаның қалыңдығы 50 мм және бетонның тор қорғаныс қабаты 10 мм -ге тең, сығу пирамидасының биіктігі 40 мм құрайды (2, б-сурет,). Сонда пирамиданың төменгі периметрі $18 \times 18 \text{ см}$, ал мәні:

$$u_m = \frac{(10 \cdot 4 + 18 \cdot 4)}{2} = 56 \text{ см тең болады.}$$

Тақтаның бастыруға көтергіш қабілеті мынаған тең болады:

$$[F] = 1 \cdot 12.2 \cdot 56 \cdot 4 = 2733 \text{ кгк} > P = 1800 \text{ кгк.}$$



3-сурет. Бастыру жерінде тақтаның бұзылуы

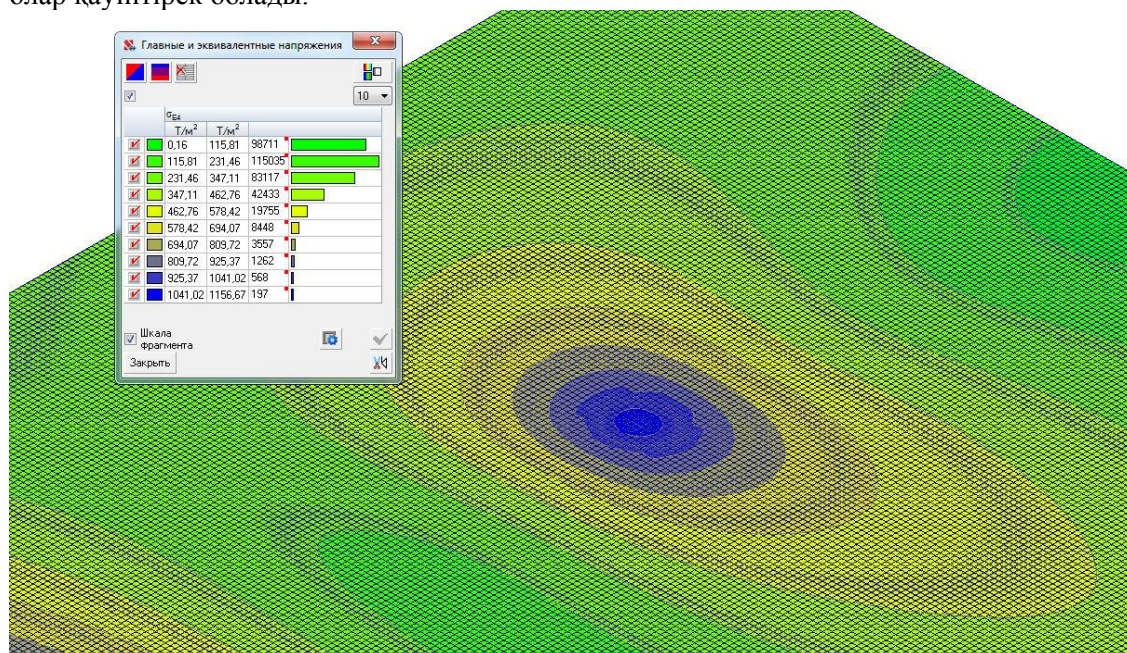
Яғни, тақтаның бастыруға көтеру қабілеті қамтамасыз етіледі. Осыған қарамастан, дөңгелектің бастыруынан және толық бұзылуына дейін көтеру қабілетін жоғалту белгілері бар, яғни, жобалау нормалармен [13] ұсынылған есептеу тақтаның нақты жұмысына сәйкес келмейді.

Сөренің ауытқуымен және арматуралық тордың экспозициясымен тақталардың бұзылу сипаты бетонның бұзылуына тік бағытта әсер ететін бастырудың созылу кернеулерімен емес, көлденең бағытта әсер ететін сөренің көлденең иілуінен болатын созылу кернеулері шешуші әсері болып табылады.

Тақтаның кернеулі-деформациялық күйін зерттеу және әсер етуші кернеулердің мәндерін анықтау үшін SCAD 21.1.9.5 бағдарламасы арқылы жүзеге асырылған соңғы элементтер әдісі қолданылды. Есептеудің міндеті бетонның беріктігіне максималды әсер ететін сөренің жазықтығына әсер ететін максималды кернеулерді анықтау болды. Бұл тәсіл шамамен алынған, өйткені ол кернеу тензорының басқа компоненттерін есепке алмайды. Дегенмен, ол тақта сөресінің төменгі бетінің деңгейінде көлденең созылу кернеулерінің бетонның беріктігіне шешуші әсер ететін бұзылу суретінің өзімен негізделеді. Бұл беріктіктің сәйкес феноменологиялық теориясын таңдауға жүгінбей, күшті бағалау мәселесін шешуге мүмкіндік береді.

Әсер етуші кернеулердің өрістерін сипаттайтын есептеу нәтижелері 4-суретте

көрсетілген. Тақтаның төменгі бет деңгейіндегі максималды созылу кернеулері 11.6 МПа құрады, бұл есептелген кедергіден $R_{bt} = 1,2$ МПа 10 есе дерлік асып кетті, сондықтан олар қауіптірек болады.



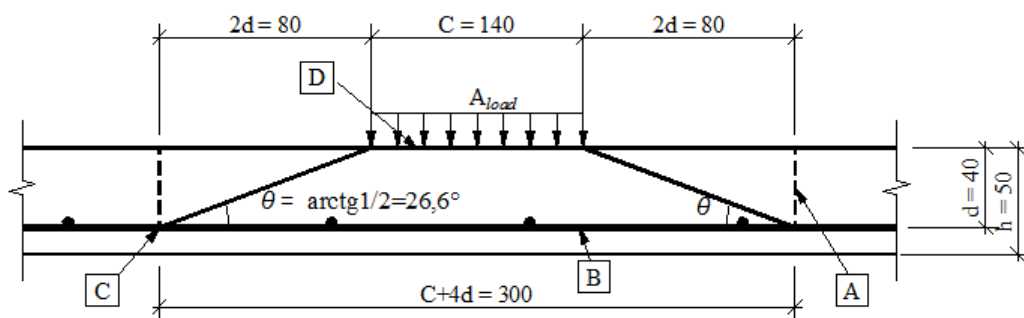
4-сурет. Тақта сөресінің кернеулі күйі

Созылу кернеулері жарықшақтар тудыратын бетонның зақымдану аймағының өлшемдері шамамен 1×1 м жетеді. Бұл нақты жарықшақтар аймағын (3-сурет) және теориялық суретті (4-сурет) салыстыру арқылы расталады.

Тақтаны бастыруға тексеру Еурокод [1, 2] бойынша да жүргізілді. Бастыруға есептеу моделінің көлденең қимасы 5-суретте көрсетілген. Негізгі бақылау қимасының беріктігін тексеру келесідей

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c}, \tag{2}$$

мұндағы V_{Ed} – бастырудың максималды кернеуі, МПа; $V_{Rd,c}$ – қарастырылып отырған бақылау қимасында көлденең арматурасыз тақтаның бастыруға есептік кедергі, МПа.



- A – негізгі бақылау қимасы;
- B – негізгі бақылау периметрінің шегіндегі A_{corz} ауданы;
- C – негізгі бақылау периметрі u_i ;
- D – A_{load} жүктеме түсіру ауданы.

5-сурет. [1] сәйкес тақтаның көлденең қимасында бастыруға арналған есептеу моделі

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot K \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + K_1 \cdot \sigma_{cp} \geq v_{min} + K_1 \cdot \sigma_{cp}, \quad (3)$$

мұндағы $f_{ck} = 30$ МПа – 28 тәуліктегі бетон сығылуға сипаттамалық цилиндрлік беріктігі (3.1-кесте [1]);

$$K = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}},$$

мұндағы d мм-де;

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{1y} \cdot \rho_{1z}} \leq 0.02;$$

ρ_{1y} және ρ_{1z} – арматуралау коэффициенттері, диаметрі 6 мм ұяшық өлшемі 100×100 мм болатын сым тормен арматуралау кезінде, олар 0,0072-ге тең;

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cy} + \sigma_{cz}}{2},$$

σ_{cy} и σ_{cz} – қауіпті қимадағы у және z бағыттарындағы бетондағы кернеулер МПа,

$\sigma_{cy} = 11.6$ МПа, $\sigma_{cz} = 1800/14 \cdot 14 \cdot 10 = 0.918$ МПа;

$$\sigma_{cp} = \frac{11.6 + 0.918}{2} = 6.259 \text{ МПа.}$$

Ұлттық қосымшаға сәйкес [2],

$$C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0.12; \quad K_1 = 0.1; \quad v_{min} = 0.035 \cdot K^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}};$$

$\gamma_c = 1.5$ – тұрақты және өтпелі жүктеме кезіндегі бетон үшін жеке коэффициент, 2.1N [1] кестесіне сәйкес анықталады.

Мәндерді формулаларға қойғаннан кейін, біз аламыз:

$$K = 1 + \sqrt{\frac{200}{40}} = 3.236 \leq 2;$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0.542;$$

$$V_{Rd,c} = 0.12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0.0072 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} + 0.1 \cdot 6.259 \geq 0.542 + 0.1 \cdot 6.259;$$

$1.29 \text{ МПа} \geq 1.169 \text{ МПа}$, қабылдаймыз $V_{Rd,c} = 1.29 \text{ МПа}$.

Ұн қоймасында жұмыс істейтін резеңке дөңгелектері бар жүк көтергіштің осы тік жүктемесі 3.9 [7] формуласы бойынша $\phi = 2$ динамикалық коэффициентін ескере отырып, 1800 кгс деп қабылданады:

$$Q_{k \text{ dyn}} = \phi \cdot Q_k = 2 \cdot 1800 = 3600 \text{ кгк};$$

бір дөңгелекке шоғырланған жүктеме

$$Q_{1 \text{ dym}} = 3600/2 = 1800 \text{ кгк.}$$

6.49 [1] формуласы бойынша негізгі бақылау периметріндегі максималды кернеулер тең

$$V_{Ed} = \frac{Q_{Idym}}{4 \cdot (C + 4d) \cdot d} = \frac{1800}{4 \cdot 30 \cdot 4} = 3.75 \text{ кгк/см}^2 = 0.375 \text{ МПа} < 1,29 \text{ МПа}.$$

Осылайша, бастыруға тақтаның көтеру қабілеті [1] сәйкес жеткілікті.

Алайда, тақта сөресінің иілуінен болатын кернеулер бұзылудың себебі болады, олар есептелген кедергіден 10 есе асады.

Осылайша, [8] бойынша ғимараттың физикалық тозуын бағалау кезінде, бастыру есебімен және сейсмикалық тексерумен шектелмей [9], сондай-ақ [14] сәйкес оның өнеркәсіптік қауіпсіздігін бағалау кезінде жергілікті шоғырланған жүктеме үшін тақталарды есептеу нәтижелерін ескеру қажет,

Қойманың құрылыс құрылымдарын зерттеу олардың техникалық жағдайын және конструктивті шешімнің сейсмикалық қауіпсіздік талаптарына сәйкестігін бағалауды қамтиды. Сейсмикалық әсерді есептеуге темірбетонды қаңқалы тіректердің көтергіштігін тексеру кіреді; аралығы 24 м-ден аз басқа құрылымдық элементтер сейсмикалық жүктемеге тексерілмейді.

Сейсмикалық қауіпсіздік сынағы туралы айтатын болсақ, бірінші кезеңде сапалы бағалау жобалық кемшіліктерді анықтады. Ережелер жиынтығының [9] 9.1.7 тармағына сәйкес, үстіңгі қабаттың көлденең қатандығы төменгі қабаттың қатандығының кемінде 70% болуы керек. Бұл жағдайда жоғарғы және төменгі қабаттардағы бағандардың саны бірдей болған кезде олардың қималары әр түрлі болады: бірінші және екінші қабаттарда қиманың өлшемі 450×450 мм, жоғарғы қабатта-300×300 мм. Жоғарғы қабат бағандарының нақты көлденең қатандығы төменгі қабаттар бағандарының қатандығының 44.4% құрайды:

$$(300 \cdot 300 / 450 \cdot 450) \cdot 100 = 44.4 \% < 70 \%$$

Осы себепті, жоғарғы қабаттың бағандарында шамадан тыс жүктеме 77,3 % құрады, бұл 7 баллдық қарқынды сейсмикалық әсер кезінде ғимарат шатырының құлау қаупін тудырады.

Дегенмен, бастыруға есептеу анағұрлым өзекті болып шығады, өйткені бастыру жүктемесі ерекше емес. Ол ғимараттың бүкіл қызмет ету мерзіміне әсер етеді.

Нәтижелері және оларды талқылау. Сондықтан бұл жағдайда бастыруға арналған есептеу бетонның нақты жұмысына сәйкес келмейді. Шоғырланған жүктеме әсерінен тақта сөресін бұзу механизмі дәйекті болып табылады. Бастапқыда сөренің иілуінен болатын созылатын қалыпты кернеулерінің әсерінен арматуралық тордың ашылуымен және бетонның қорғаныс қабатының бұзылуымен тақтаның төменгі бетінде жарықшақтар [10, 15] және ауытқулар пайда болады. Содан кейін жарықшақтар сығылған бетонның ұсақталуы орын алатын жоғарғы бетке дейінгі бөлікке терең таралады; жүк көтергіш дөңгелегі ойыққа түсіп, бетонның толық бұзылуына әкеп соғады және торлы арматураға ілінеді немесе арматураны үзеді [16].

Қорытынды. Бастыруға есептеу кезінде тек иілу пирамидасының көлбеу беттеріне әсер ететін тік созылу кернеулерін ғана ескеру қажет емес. Ең алдымен, иілу кернеулерін анықтау қажет, егерде тақта сөресінің өлшемдері жоспарда бірнеше есе қалыңырақ болса. Бұл жағдайда иілуге арналған есептеу сөренің кернеу күйінің сенімді бейнесін береді және бұзылу себептерін түсіндіреді.

2. Салыстырмалы талдау, Еурокод 2 [1] бойынша бастыру есебі кернеу тензорының құрамдас бөліктерін дәлірек есепке алатынын көрсетеді. Формула (3) σ_{cp} , кернеулерін қамтиды, олардың әсерінен бетонның үш осьтік кернеу күйіне жақын жағдайлар

жасалады. Осының нәтижесінде бастыру беріктігі $V_{Rd,c}$ артады. Ескі жобалау стандарттары [13] бойынша есептеу бұл факторды ескермейді.

3. Тақтаны нығайту үшін, цемент қабатынан еден жабынын алып тастағаннан кейін оның қалыңдығын тағы 50 мм арттыру қажет. Ұсақ түйіршікті бетонның қосымша қабатын төсеу арматуралық тордың бойымен жүргізілуі керек, бұл оның сөренің бетонмен ұстасуын жақсартады.

Әдебиеттер тізімі

1. СП РК EN 1992-1-1: 2004/2011. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий / Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства национальной экономики РК, Астана, 2016. – 224 с.
2. НП к СП РК EN 1992-1-1: 2004/2011. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий / Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства национальной экономики РК, Астана, 2016. – 11 с.
3. Заключение о результатах обследования и оценке технического состояния строительных конструкций здания склада готовой продукции ТОО "Усть-Каменогорский мукомольный комбинат" и рекомендации по дальнейшей эксплуатации, ВКГТУ им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, 2019. – 571 с.
4. СП РК 1.04-101-2012. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015.
5. СП РК 1.04-110-2017. Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 49 с.
6. ГОСТ 22690. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. – М.: Стандартиформ, 2016. – 20 с.
7. СП РК EN 1991-1-1: 2002/2011. Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Собственный вес, постоянные и временные нагрузки на здания / Комитет по делам строительства и жил. – ком. хозяйства Министерства национальной экономики РК, Астана, 2016. – 40 с.
8. РДС РК 1.04-01-2013. Правила технического надзора за состоянием зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015. – 62 с.
9. СП РК 2.03-30-2017*. Строительство в сейсмических зонах / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2018. – 111 с.
10. Каримов И. Механика трещинообразования при разрушении бетона / Башкирский государственный аграрный университет. dh@ufa com.ru. – 12 с.

Қосымша әдебиеттер тізімі

11. План нации – 100 конкретных шагов по реализации пяти институциональных реформ Главы государства Нурсултана Назарбаева / Астана, 2015.
12. Воронцов О.С. Элеваторы, склады и зерноперерабатывающие предприятия. – М.: Хлебоиздат, 1961. – 270 с.
13. СНиП 2.03.01–84*. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с.
14. Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов по производству расплавов черных, цветных, драгоценных металлов и сплавов на основе этих металлов. Утверждены приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан № 346 от 30 декабря 2014 года (с изменениями и дополнениями приказом № 1221 от 23.12.2015 г.).
15. Ansari F. Analysis of micro-cracked zone Concrete. Анализ зоны микротрещинообразования в бетоне // Fract. Toughness and Fract. Energy Concr. Proc. Int. Conf., Lausanne, Oct. 1-3, 1985. – Amsterdam.a. – 1986. – pp. 229-240.
16. Derucher K.N. Failure Mechanism of Concrete. Механизм разрушения бетона // Compos. Mater:

Test. and Des. 5th Conf., New Orleans, La, 1978. – Philadelphia. – 1979/ - pp. 664-679.

References

1. SP RK EN 1992-1-1: 2004/2011. Proektirovanie zhelezobetonnyh konstrukcij. Chast' 1-1. Obshhie pravila i pravila dlja zdaniy / Komitet po delam stroitel'stva i zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva Ministerstva nacional'noj jekonomiki RK, Astana, 2016. – 224 p.
2. NP k SP RK EN 1992-1-1: 2004/2011. Proektirovanie zhelezobetonnyh konstrukcij. Chast' 1-1. Obshhie pravila i pravila dlja zdaniy / Komitet po delam stroitel'stva i zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva Ministerstva nacional'noj jekonomiki RK, Astana, 2016. – 11 p.
3. Zakljuchenie o rezul'tatah obsledovaniya i ocenke tehničeskogo sostojaniya stroitel'nyh konstrukcij zdaniya sklada gotovoj produkcii TOO "Ust'-Kamenogorskij mukomol'nyj kombinat" i rekomendacii po dal'nejšej jekspluatacii, VKGTU im. D. Serikbaeva, Ust'-Kamenogorsk, 2019. – 571 p.
4. SP RK 1.04-101-2012. Obsledovanie i ocenka tehničeskogo sostojaniya zdaniy i sooruzhenij / Komitet po delam stroitel'stva, ZhKH i upravleniya zemel'nymi resursami Ministerstva nacional'noj jekonomiki RK, Astana, 2015.
5. SP RK 1.04-110-2017. Obsledovanie, ocenka tehničeskogo sostojaniya i sejsmousilenie zdaniy i sooruzhenij / Komitet po delam stroitel'stva i ZhKH Ministerstva po investicijam i razvitiju RK, Astana, 2017. – 49 p.
6. GOST 22690. Betony. Opredelenie prochnosti mehanicheskimy metodami nerazrushajushhego kontrolja. – M.: Standartinform, 2016. – 20 p.
7. SP RK EN 1991-1-1: 2002/2011. Vozdejstviya na nesushhie konstrukcii. Chast' 1-1. Sobstvennyj ves, postojannye i vremennye nagruzki na zdaniya / Komitet po delam stroitel'stva i zhil. – kom. hozjajstva Ministerstva nacional'noj jekonomiki RK, Astana, 2016. – 40 p.
8. RDS RK 1.04-01-2013. Pravila tehničeskogo nadzora za sostojaniem danij i sooruzhenij / Komitet po delam stroitel'stva i ZhKH Ministerstva nacional'noj jekonomiki RK, Astana, 2015. – 62 p.
9. SP RK 2.03-30-2017*. Stroitel'stvo v sejsmicheskih zonah / Komitet po delam stroitel'stva i ZhKH Ministerstva po investicijam i razvitiju RK, Astana, 2018. – 111 p.
10. Karimov I. Mehanika treshhinoobrazovanija pri razrushenii betona / Bashkirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. dh@ufa.com.ru. – 12 p.

Additional references

11. Plan nacii – 100 konkretnyh shagov po realizacii pjati institucional'nyh reform Glavy gosudarstva Nursultana Nazarbaeva / Astana, 2015.
 12. Voroncov O.S. Jelevatory, sklady i zernopererabatyvajushhie predpriyatija. – M.: Hleboizdat, 1961. – 270 p.
 13. SNiP 2.03.01-84*. Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii / Gosstroj SSSR. – M.: CITP Gosstroja SSSR, 1989. – 80 p.
 14. Pravila obespečenija promyshlennoj bezopasnosti dlja opasnyh proizvodstvennyh ob#ektov po proizvodstvu rasplavov chernyh, cvetnyh, dragocennyh metallov i splavov na osnove jetih metallov. Uтверzhdeny prikazom Ministra po investicijam i razvitiju Respubliki Kazahstan № 346 ot 30 dekabrya 2014 goda (s izmenenijami i dopolnenijami prikazom № 1221 ot 23.12.2015 g.).
 15. Ansari F. Analysis of micro-cracked zone Concrete. Analiz zony mikrotreshhinoobrazovanija v betone. // Fract. Toughness and Fract. Energy Concr. Proc. Int. Conf., Lausanne, Oct. 1-3, 1985. – Amsterdam.a. – 1986. – S. 229-240.
 16. Derucher K.N. Failure Mechanism of Concrete. Mehanizm razrushenija betona // Compos. Mater: Test. and Des. 5th Conf., New Orleans, La, 1978. – Philadelphia. – 1979. – S. 664-679.
-
-