

УДК 624.012

**ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ СТАН ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ
НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРОМИСЛОВОГО БУДИНКУ НА
ДІЛЯНЦІ РОЗТАШУВАННЯ КОВАЛЬСЬКО-ПРЕСОВОГО
ОБЛАДНАННЯ**

**ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ
НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЗДАНИЯ НА УЧАСТКЕ
РАСПОЛОЖЕНИЯ КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**OPERATIONAL STATUS AND THE ENSURING OF NORMAL
OPERATING CONDITIONS OF INDUSTRIAL BUILDING IN THE AREA
OF LOCATION OF PRESS-FORGING EQUIPMENT**

**Кваша В.Г., проф., д.т.н., Салийчук Л.В., к.т.н., зав.лаб., Горбачевський
Р.Р. аспірант (Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів)**

**Кваша В.Г., проф., д.т.н., Салийчук к.т.н., зав.лаб., Горбачевский Р.Р.
аспирант (Национальный университет «Львовская политехника», г.Львов)**

**Kvasha V.G. doctor of technical sciences, professor, Saliychuk L.V. candidate
of technical sciences, head of the laboratory, Gorbachevskiy R.R.
postgraduate (Lviv Polytechnic National University, Lviv)**

Представлені результати обстеження експлуатаційного стану збірних залізобетонних конструкцій каркасу і перекриттів промислового будинку на ділянці розташування ковальсько-пресового обладнання, результати вимірювання вібрацій при його роботі, а також проаналізований їх вплив на несучу здатність конструкцій будинку.

Представлены результаты обследования эксплуатационного состояния сборных железобетонных конструкций каркаса и перекрытий промздания на участке расположения кузнечно-прессового оборудования, результаты измерения вибраций при его работе, а также проанализировано их влияние на несущую способность конструкций здания.

The results of the inspection of the operational status of precast concrete structures of frame and slabs of industrial building in the area of location of press-forging equipment, the results of vibration measurement when it works are presented, also their influence on the bearing capacity of building structures is analyzed.

Ключові слова:

Експлуатаційний стан, залізобетон, каркас помбудинку, вібрації, ковальсько-пресове обладнання, робота конструкцій

Эксплуатационное состояние, железобетон, каркас промздания, вибрации, кузнечно-прессовое оборудование, работа конструкций

Operational status, reinforced concrete, frame of industrial building, vibrations, press-forging equipment, work of building structures

1. Вступ. Мета і завдання роботи. Обстеженню технічного стану конструкцій каркасу і перекриттів підлягала частина промислового будинку з розташованим в ній ковальсько-пресовим обладнанням, робота якого спричиняла вібрації, які могли негативно впливати на несучу здатність конструкцій будинку. Тому метою виконаного обстеження була оцінка стану несучих конструкцій залізобетонного каркасу будинку, вузлів з'єднання збірних залізобетонних елементів, перекриттів і фундаментів на ділянці розташування ковальсько-пресового обладнання з оцінкою впливу викликаних ним вібрацій на міцність перерахованих вище конструктивних елементів будинку. Основним завданням обстеження було одержання даних про фактичні амплітуди коливань фундаментів і перекриттів будинку, а також фундаментів під обладнання, підлоги в зоні розташування ковальських пресів, оцінка їх негативного впливу на несучу здатність конструкцій та розробка заходів і рекомендацій з їх підсилення і забезпечення умов подальшої нормальної експлуатації.

2. Конструкція будинку. Характеристика ковальсько-пресового обладнання. За конструктивною схемою будинок двоповерховий з підвалом, розміром в плані 27×60 м. Несучими конструкціями будинку є збірний залізобетонний каркас з поперечних рам, виконаних з уніфікованих збірних залізобетонних колон і ригелів типової серії ІВ-20 з індивідуально запроєктованим армуванням частини колон. Сітка колон 6×9 м. Вузли з'єднання ригелів з колонами типові за кресленнями серії ІВ-20 без змін.

Фундаменти під колони каркасу окремостоячі стаканного типу з монолітного залізобетону на природній основі, складені супісками пластичними. Фундаменти під ковальські преси також окремо стоячі, розташовані на перекритті масивні плити з монолітного залізобетону, запроєктовані згідно рекомендацій паспортів на обладнання.

Безпосередньою причиною виконання робіт з обстеження стану несучих конструкцій каркасу будинку і перекриття на ділянці розташування ковальських пресів стали прогини і відривання від поздовжніх ребер суміжних плит монолітних ділянок перекриттів, влаштованих між колонами замість типових розпірних плит. Оскільки вібрації справляють негативний вплив на роботу конструкцій будинку, виникло припущення, що причиною деформацій монолітних ділянок могли б стати вібрації від працюючого ковальсько-пресового обладнання різної потужності. Крім того, вібрації

могли вплинути також на стан інших конструкцій будинку та вузлів з'єднання збірних залізобетонних елементів каркасу. Тому для встановлення ступеню впливу коливань на стан несучих елементів каркасу будинку і встановлення причин деформацій монолітних ділянок перекриттів виконане комплексне обстеження всіх несучих елементів каркасу будинку і перекриттів на ділянці розташування ковальських пресів, яке включало:

- Натурне обстеження стану колон і ригелів каркасу, вузлів з'єднання ригелів з колонами, плит перекриттів, монолітних ділянок і фундаментів;

- Вимірювання амплітуд коливань фундаментів під колони каркасу будинку, деформованих монолітних ділянок перекриттів, фундаментів ковальських пресів найбільшої силової дії та підлоги в зоні розташування пресів.

- Аналіз ступеню впливу вібрацій на обстежувані конструкції будинку та встановлення причин деформування монолітних ділянок перекриття.

- Розроблення рекомендацій і робочих креслень підсилення і відновлення несучої здатності міжколонних монолітних ділянок перекриття.

Ковальське пресування – спосіб одержання виробів, при якому металева заготовка видавлюється пуансоном через отвір в матриці, який має форму виробу. Найбільш численну групу ковальсько-штампувальних машин представляють кривошипні преси з механічним приводом [1]. В основі їх роботи лежить перетворення обертового руху приводу в зворотно-поступальний рух повзуна за допомогою кривошипного механізму, який і створює неврівноважені інерційні сили, що призводять до виникнення коливань, частота першого тону яких збігається з кількістю ходів повзуна. Технічні характеристики ковальсько-пресового обладнання, розташованого на розглядуваній ділянці перекриття, представлені в таблиці.

Вимірювання коливань фундаментів ковальсько-пресового обладнання, фундаментів колон будинку, монолітної ділянки перекриття на відмітці – 0,10 м в точках, відмічених на рис. 1, виконували вібродавачами К-001 із записом віброграм світлопроменевим осцилографом Н700 із збільшенням в 500 раз і відміткою часу через 0,1 сек. Вимірювали амплітуду і частоту вертикальних коливань верхніх обрізів фундаментів ковальських пресів найбільшої потужності, розташованих в зоні деформованої монолітної ділянки перекриття на відм – 0,10 м, а також найбільш деформованої монолітної ділянки. Вимірювання проводили при одночасній роботі всього ковальсько-пресового обладнання, розташованого на обстежуваній ділянці перекриття. Точки, в яких встановлювали давач для вимірювання коливань показані на схемі розташування ковальсько-пресового обладнання (рис. 1). Нумерація точок відповідає номерам осцилограм запису вібрацій, представлених на рис. 2. На осцилограмах показаний розмах коливань в мм, масштаб збільшення і відмітка часу. Швидкість руху стрічки прийнята 40 мм за 1 сек. Амплітуду коливань визначали як половину розмаху коливань (на осцилограмах позначений Δ і показаний в мм), зменшеного в 500 разів.

Таблиця
Технічна характеристика ковальсько-пресового обладнання, розташованого на перекритті промислового будинку

№ з/п	Найменування обладнання	Тип, модель	Габаритні розміри, см		Номінальне зусилля, тс	Кількість ходів повзуна за хв.	Хід повзуна, см		Маса, тс
			План	Висота			Макс.	Мін.	
1.	Прес кривошипний	КД 2126Е	130×183	255	40	140	80	10	3,11
2.	Прес кривошипний	КД2326	158×127	240	40	100	80	10	3,45
3.	Прес кривошипний	КД2324	136×117	211	25	120	65	5	2,18
4.	Прес кривошипний	КД2124	119×117	211	16	120	65	5	2,10
5.	Прес кривошипний	КД2122Е	99×109	188	16	160	55	5	1,34
6.	Прес ексцентрикний	ПЕ16М	74×77	160	10	120	55	5	1,05
7.	Прес ексцентрикний	Д202М	74×77	160	6,3	150	50	5	1,00
8.	Прес кривошипний	К6	66×88	170	6,3	170	45	5	0,53
9.	Прес кривошипний	КД2318А	62×97	180	-	190	50	5	0,52
10.	Ножиці гільотинні	НД3314С	230×200	208	-	65	-	-	2,08
11.	Правильно-розмотуюча установка	УЧ1112	125×246	166	16	-	-	-	1,87
12.	Прес кривошипний (валкова подача)	КД21221	89×112	190	5,6	160	55	5	1,30
13.	Прес автомат	АГ-5	78×96	189		125	100	10	0,84

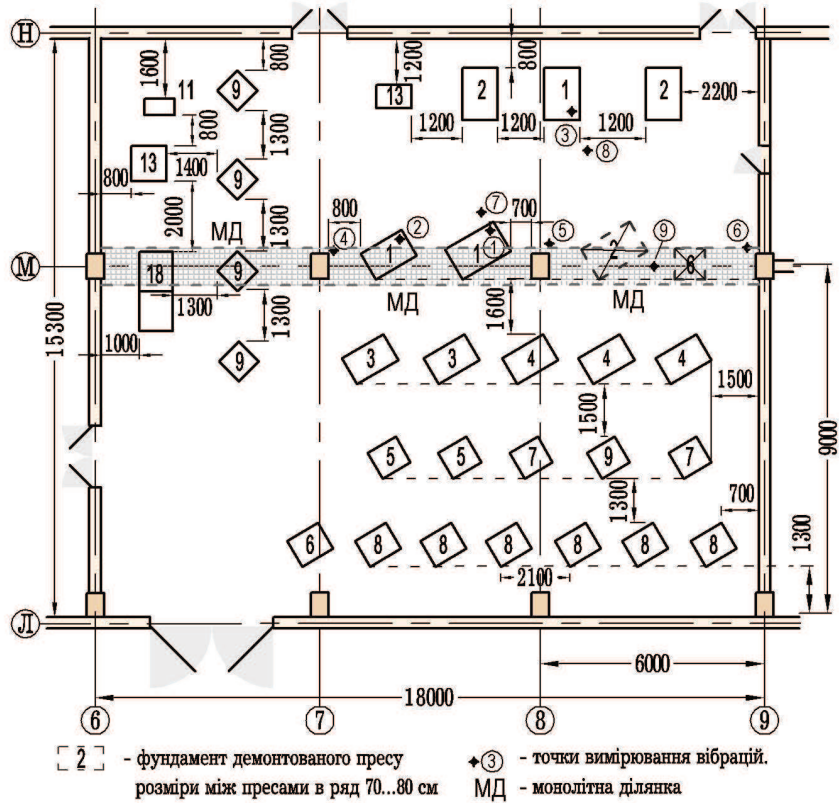


Рис. 1. Схема розташування ковальсько-пресового обладнання на ділянці перекриття (відм. -0,10) в осях Л-Н/6-9

Аналіз результатів обстеження і вимірювання вібрацій. За результатами виконаного візуального і інструментального обстеження необхідно відмітити наступне:

1. Конструктивні елементи каркасу будинку і збірні залізобетонні плити перекриття на ділянці розташування ковальсько-пресового обладнання мають задовільний стан. При обстеженні не виявлені тріщини з недопустимим розкриттям, розладнання або дефекти стиків ригелів з колонами і вузлів обпирання плит на ригелі, розкриття швів між плитами, місцевих руйнувань ділянок обпирання конструкцій або інших ознак, які б свідчили про перевантаження конструкцій або ненормальні умови їх експлуатації. Відсутні також крени чи перекося колон, що свідчить про

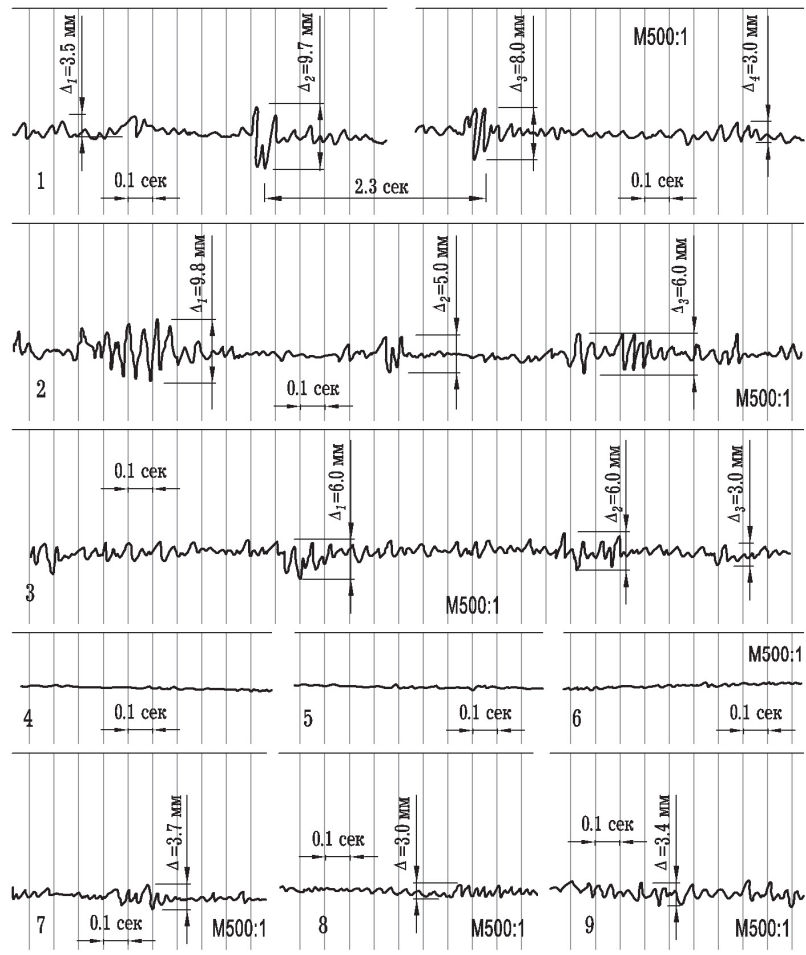


Рис. 2. Осцилограми коливань верхнього обрізу фундаменту під ковальські преси КД2126Е (1,2,3) та підлоги поблизу цих фундаментів (7,8,9) і біля колон (4,5,6)

відсутність нерівномірних осідань фундаментів. Зовнішні стіни і внутрішні перегородки також мають задовільний стан без ознак порушення нормальних умов експлуатації.

2. Виявленим дефектом перекриття на ділянці розташування ковальських пресів, як відмічали вище, є відривання монолітної міжколонної ділянки перекриття від поздовжніх ребер суміжних збірних залізобетонних плит і її прогин, який на 1,5-2,0 см більший від прогину розташованих поряд суміжних плит. Однак при огляді нижньої поверхні монолітної ділянки, не дивлячись на наявність явно вираженого прогину, не виявлені поперечні тріщини з недопустимим розкриттям, які свідчили б про значні напруження в розтягнутій поздовжній робочій арматурі або її текучості. Наявний прогин не перевищує допустимого -2,5 см. Додатковим свідченням задовільного стану монолітної ділянки та її нормальної роботи на згин є відсутність будь-яких ознак порушення рівності або руйнування шарів підлоги над нею.

3. Результати вимірювання вібрацій представлені на розшифрованих осцилограмах (рис. 2). При роботі ковальських пресів в експлуатаційному режимі мають місце коливання їх фундаментів і підлоги в прилягаючій до них зоні (осцилограми 1,2,3,7,8). Практично відсутні коливання верхніх обрізів фундаментів колон на ділянці розташування ковальсько-пресового обладнання (осцилограми 4,5,6). Це являється переконливим свідченням того, що робота ковальських пресів не впливає на несучу здатність залізобетонних елементів каркасу, розрахованих на статичні навантаження без врахування динамічної дії.

Колівання верхніх обрізів фундаментів під преси і підлоги поблизу них мають складний характер, викликаний накладанням процесів коливання від окремих машин. Характерною їх особливістю є періодичні піки з періодом від 2-2,3 сек до 1-1,5 сек. Максимальні пікові амплітуди коливань обрізів фундаментів незначні і складають від 0,0098 до 0,006 мм, що значно менше допустимих величин як з умов безпечної експлуатації пресів, так і з фізіологічного впливу на працюючих людей. Амплітуди коливань підлоги в зоні розташування пресів дещо менші амплітуд коливання фундаментів під преси і складають 0,0060-0,0080 мм, що значно менше допустимого рівня за санітарними нормами, який при діапазоні частот коливань в межах 15-30 Герц при тривалій дії становить 0,03 мм.

Таким чином одержані результати вимірювання вібрацій свідчать про те, що встановлене ковальсько-пресове обладнання може нормально експлуатуватись в існуючому режимі. Фундаменти під преси задовольняють вимоги сприйняття динамічних навантажень, а їх маса цілком достатня для обмеження амплітуд коливань і додаткова віброізоляція цих фундаментів не потрібна. Резонансні явища також відсутні.

Деформована монолітна ділянка перекриття має амплітуду коливань 0,0034 мм і частоту 120 кол/хв. (20 Герц) (осцилограма 9). Вплив амплітуди коливань на несучу здатність плит перекриття можна побічно оцінити за

граничними динамічними прогинами в залежності від частоти коливань. При частоті коливань $n_0=20$ Герц амплітуда коливань конструкцій, яка відповідає гранично допустимому динамічному прогину повинна складати $[a]=1/n_0=1/20=0,05$ мм, що значно більше фактично вимірної амплітуди 0,0034 мм. Це порівняння переконливо доказує, що вібрації від працюючих пресів не стали причиною деформацій міжколонної монолітної ділянки перекриття.

Відсутність в розтягнутій зоні монолітної ділянки тріщин з недопустимою шириною розкриття і менший від допустимого прогин дає підстави стверджувати, що монолітна ділянка навіть без сумісної роботи з сусідніми плитами самостійно працює на згин при діючих навантаженнях і, не дивлячись на відривання від суміжних поздовжніх ребер збірних плит, стан її можна вважати задовільним.

Найбільш ймовірною причиною відривання цієї монолітної ділянки від суміжних плит слід вважати зріз бетону в поздовжніх шпонкових швах, об'єднуючих монолітну ділянку з примикаючими до неї плитами. Причиною зрізу бетону в поздовжніх шпонках може бути або недостатня його міцність або недостатнє ущільнення при бетонуванні, наявність внутрішніх раковин, неповне заповнення простору шпонкового шва поздовжнього ребра збірної плити бетоном при бетонуванні монолітної ділянки.

Як відмічено вище, при діючих на період обстеження навантаженнях стан монолітної ділянки не є аварійним і може нормально експлуатуватись без підсилення. Однак, враховуючи відсутність даних про її фактичне армування, практичну неможливість обстеження стану поздовжнього шпонкового шва об'єднання з сусідніми плитами і можливість збільшення в процесі подальшої експлуатації навантажень, для запобігання подальшому збільшенню прогину і забезпечення несучої здатності необхідно рекомендувати її підсилення, яке виконане підведенням під монолітну ділянку перекриття металевих балок Б-1 опертих на полиці ригелів рам каркасу (рис. 3). Передачу частини навантажень з монолітної ділянки на підведені балки здійснюють через поперечні балки Б-2, підведені під монолітну ділянку і оперті на поздовжні балки Б-1. Для обпирання балок Б-1 на полиці ригелів в торцевих ребрах збірних плит необхідно пробити ніші, які замонітують по місцю після встановлення балок.

Висновки. 1. Стан несучих залізобетонних конструкцій каркасу будинку, перекриттів і вузлів з'єднань збірних елементів задовільний. Робота ковальських пресів, розташованих на міжповерховому перекритті, практично не впливає на їх несучу здатність і вони можуть нормально експлуатуватись при існуючому режимі роботи, розташуванні і потужності ковальсько-пресового обладнання.

2. Амплітуди вібрацій фундаментів під обладнання і підлоги на ділянці його розташування, джерелом яких є працюючі преси, значно менші допустимих як з умов безпечної експлуатації пресів, так і за санітарними

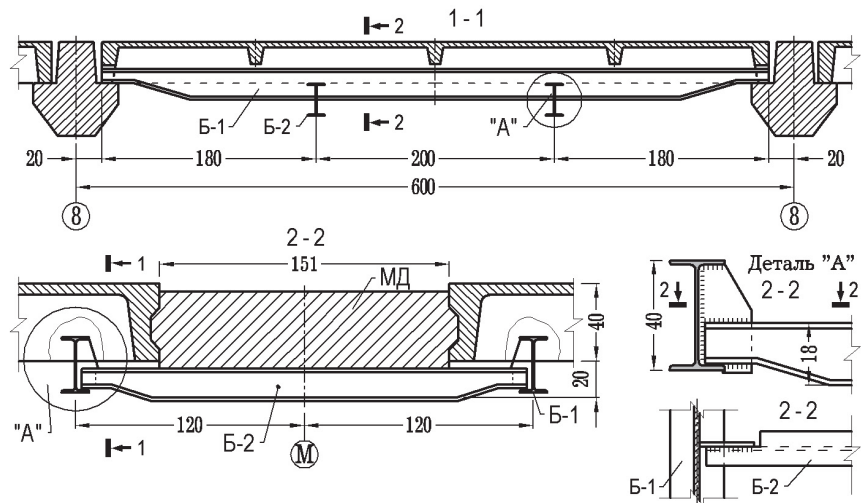


Рис. 3. Підсилення міжколонної монолітної ділянки перекриття по осі М між осями 8-9

нормами з обмеження вібрації робочих місць (з умов фізіологічного впливу на працюючих людей). Тому встановлене ковальсько-пресове обладнання може нормально експлуатуватись в існуючому режимі без додаткової віброізоляції фундаментів, маса яких цілком достатня для обмеження амплітуд коливань.

3. Фактична амплітуда коливань (динамічний прогин) деформованої монолітної ділянки перекриття є значно менший гранично допустимого і свідчить про те, що вібрації від роботи пресового обладнання не є причиною її деформацій. Найбільш ймовірною причиною відривання її від поздовжніх ребер суміжних збірних плит може бути недостатня несуча здатність поздовжнього шпонкового шва їх об'єднання внаслідок недостатньої міцності бетону або неякісного його укладання при бетонуванні.

4. Не дивлячись на наявність прогину, більшого ніж прогин суміжних збірних залізобетонних плит, при діючих навантаженнях стан монолітної ділянки можна вважати задовільним. Однак, враховуючи можливість збільшення навантажень в процесі експлуатації і практичну неможливість оцінити стан бетону в шпонковому шві, з метою запобігання подальшого розвитку деформацій і забезпечення несучої здатності рекомендовано виконати підсилення монолітної ділянки шляхом підведення знизу металевої балкової клітки з двох поздовжніх і двох поперечних балок і передачею навантаження з монолітної ділянки на підведені балки.

1. Залесский В.М. Оборудование кузнечно-прессовых цехов. –М., 1964.