



УДК 621.86.061-52

В.Є.Богуславський, канд. техн. наук,
доцент,О.Г.Добровольський, канд. техн. наук,
доцент,

О.О. Шаленко, інж.

Ланін В.В., Савченко І.С. (студенти)
Київський національний університет
будівництва і архітектури

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ МАНІПУЛЯТОРІВ ДЛЯ МОНТАЖУ КРУПНОГАБАРИТНОГО СКЛА ВІТРИН З УРАХУВАННЯМ ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ

Вступ

Монтаж крупно габаритного скла вітрин є одною з найбільш трудомістких і небезпечних операцій в будівництві. Традиційно такий монтаж здійснюється з допомогою групи із шести монтажників. Робота ускладнюється великою масою скла, його габаритами і крихкістю. В теперішній час більш досконалих технологій для виконання подібних операцій не існує.

На кафедрі основ професійного навчання

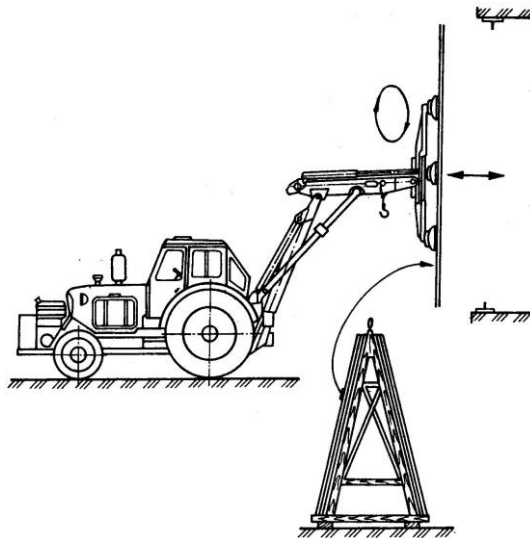


Рис.1 Схема маніпулятора на базі екскаватора ЕО-2621 для монтажу крупно габаритного скла вітрини

розроблений маніпулятор для монтаж крупно габаритного скла вітрин (Рис.1).

Маніпулятор являє собою змінне обладнання до екскаватора ЕО-2621. В склад обладнання входить робочий орган, що встановлюється замість ковша екскаватора і вакуум-привід. Робочий орган виконаний у вигляді траверси з чотирма вакуум-зачіпами. Конструкція траверси забезпечує достатню кількість ступенів вільності для затискування скла і встановлення його в проектне положення. Привід складається із вакуум-насоса і ресивера. Обертання вакуум насоса здійснюється додатковим гідромотором.

Крім того в склад робочого органа входить механізм точного наведення, що дає можливість позиціонування скла перед його встановленням в проектне положення.

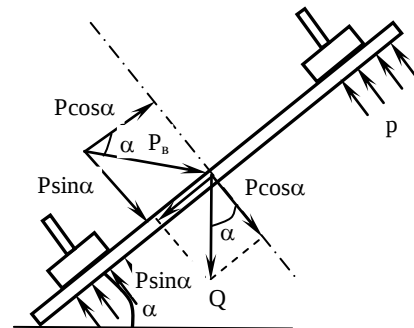


Рис.2. Схема до розрахунку діаметра вакуум-камер

Маніпулятор обслуговується трьома робочими і працює в наступному порядку.

Трактор під'їжджає до контейнера із склом, робочий суміщає вакуум - зачіпи із склом, вмикає вакуум-привід і піднімає скло.

Потім здійснюється транспортування скла до місця встановлення. Машиніст з допомогою стріли і рукоятки виставляє скло в положення, близьке до проектного (Рис.2). Далі робочий з допомогою механізму точного наведення коректує положення скла і подає його в гніздо рами, після чого скло закріплюється.

Одним із найважливіх параметрів маніпулятора є діаметр і кількість вакуум-зачепів. Ці параметри повинні забезпечити затискування і надійне утримання скла в процесі його підйому, транспортування і встановлення.

Аналіз показує, що в процесі піднімання скла діють сила тяжіння, сила притискування скла до вакуумів зачепів, сила тиску вітра і сила тертя між вакуум зачепами і склом.

Рівняння утримання скла має вигляд:

$$P \sin \alpha - P_B \cos \alpha = (Fnp - P \cos \alpha - P_B \sin \alpha) f \quad (1)$$

Сила тиску вітра:

$$P_B = SP_B \sin \alpha, \quad (2)$$

Рівняння (1) з урахуванням (2):

$$P \sin \alpha - P_B \sin \alpha \cos \alpha = (Fnp - P \cos \alpha - SP_B \sin^2 \alpha) f \quad (3)$$

де P – сила тяжіння; F – розрахункова площа перерізу вакуум-камер; n – кількість вакуум-камер; p – різниця атмосферного тиску і тиску в вакуум-камері, α – кут нахилу скла до горизонту; f – коефіцієнт тертя гуми по склу, S – площа скла, P_B – сила тиску вітра.

Розрахункова площа вакуум-камери може бути встановлена за формулою

$$F = SK_p, \quad n \quad (4)$$

де S – фактична площа вакуум камери; K_p – коефіцієнт, що враховує фактичне значення атмосферного тиску, негерметичність вакуум-камери і зміну її розмірів при навантаженні. (0,8 – 0,85), [1]

$$p = p_a - p_e, \quad (5)$$

де p_a – атмосферний тиск (90кПа), [1]

p_e – тиск в вакуумній-камері.

Кількість вакуум-зачепів вибирається виходячи із збереження скла, яке не повинно руйнуватись при його затискуванні ($n=2 \div 4$);

Сила тяжіння скла з урахуванням динаміки:

$$P = QK_d, \quad (6)$$

де Q – маса скла; K_d – коефіцієнт динамічності

Рівняння (4) при куті

$$\alpha = 0^\circ \quad P = Fnp, \quad (7)$$

$$\alpha = 90^\circ \quad P = (Fnpf - 5P_B)f, \quad (8)$$

Слід відмітити, що вирази (7,8)

Площа перерізу вакуумної камери у загальному випадку із рівняння (3)

$$F = \frac{1}{npf} (P \sin \alpha + Pf \cos \alpha - SP_B \sin \alpha \cos \alpha + SP_B f \sin^2 \alpha) \quad (9)$$

Для встановлення максимально необхідного значення площі перерізу вакуумної камери дослідимо вираз (9) на екстремум

$$\frac{dF}{d\alpha} = \frac{1}{npf} (P \cos \alpha - Pf \sin \alpha - SP_B \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha + 2SP_B f \cos \alpha \sin \alpha) = 0, \quad (8)$$

Звідкіля можна визначити кут α , при якому площа перерізу вакуум-камери досягає екстремального значення. Для цього необхідно визначити $\sin \alpha$ через $\cos \alpha$.

Після перетворення одержуємо рівняння:

$$A \cos^4 \alpha - B \cos^3 \alpha + C \cos^2 \alpha - D \cos \alpha + E = 0 \quad (11)$$

$$\text{де } A = 4S^2 P_B^2 (1 + f^2),$$

$$B = 4PSP_B (1 + f^2),$$

$$C = 4S^2 P_B^2 + P^2 + P^2 f^2 - 4SP_B f^2,$$

$$D = 2PSP_B (1 - 2f^2),$$

$$E = S^2 P_B^2 - P^2 f^2,$$

Чисельні вирішення рівняння (11) може бути здійснено з допомогою теореми Безу або іншим способом.

Легко довести, що при відсутності вітру ($P_B=0$) рівняння (11) перетворюється в рівняння

$$f = \operatorname{ctg} \alpha, \quad [2] \quad (9)$$

Таким чином запропонована методика дозволяє визначити розрахункове положення для встановлення площі перерізу вакуум-камери. Для цього необхідно значення кута α із рівняння (11) підставити у вираз (9).

Після встановлення необхідної площі перерізу вакуум-камери його треба перевірити з точки зору збереження скла при затискуванні.

Література

1. Андреев А.Ф. Грузозахватные установки с автоматическим и дистанционным управлением.
2. Богуславський В.Є., Шаленко О.О., Ланін В.В. Савченко І.С. Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. Деякі особливості розрахунку маніпуляторів для монтажу крупно габаритного скла вітрин.