

НАТУРНІ ВИМІРЮВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРИЧІПНОГО ШИРОКОЗАХВАТНОГО КУЛЬТИВАТОРА HORSCH FG 18.30

Зданевич С.В.¹, к.т.н.,
Погребняк Р.П.¹, к.т.н.,
Зданевич С.С.²,
Гурідова В.О.¹

¹ Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро, Україна.

² Комунальний заклад «Лицей №22», м. Кам'янське, Україна.

Постановка проблеми. Впровадження причіпних широкозахватних культиваторів та посівних комплексів суттєво збільшує продуктивність сучасних технологій зернового рослинництва та забезпечується за рахунок використання тракторів збільшеної ефективної потужності (до 500 к.с.) [1].

Сучасні культиватори та посівні комплекси здатні швидко трансформуватися з транспортного положення в робочий стан [2, 3], мають значну масу і габарити. Додаткові інерційні навантаження в транспортному положенні обумовлені істотною масою культиватора і значною вертикальною складовою пришвидшення при наїзді екіпажа на перешкоду, що може привести до руйнування елементів підвіски опорних коліс та інших деталей несучої конструкції (НК) [4, 5].

Основні матеріали дослідження. При складанні розрахункової схеми в режимі культивації та попередньої оцінки параметрів пружної системи НК культиватора FG 18.30 (рис.1) був прийнятий комплексний аналіз напруженого стану всієї НК.



Рис.1 Культиватор «Horsch FG 18.30»

Секції не виділялися окремо із загальної конструкції та

навантажувалися технологічними силами, які були отримані експериментальним та розрахунковим шляхом по граничним навантаженням при спрацьовуванні вузла безпеки стрілочастих лап; враховувалася також вага конструкції.

Були прийняті такі розрахункові навантаження:

складові сили різання: головна $P_y = 3$ кН, вертикальна $P_z = 2$ кН, бічна $P_x = 1$ кН;

тягове зусилля на задньому дишлі – 25 кН;

опір пересуванню секцій FG 18.30: середні та крайні - по 3 кН на пару коліс тандемів; центральна – по 2 кН на кожен пару коліс тандемів та секцію борони.

Вимірювальні вузли стояка стрілочасті лапи з тензодатчиками омічного опору (рис. 2) здатні реагувати на поздовжню та поперечну деформацію стояка викликану зміною головної (P_y) та бічної (P_x) складових сили різання (рис.2, а).

При розрахунку НК культиватора навантажувалася наведеними до точки кріплення вузла безпеки стрілочастих лап технологічними силами P_x , P_y , P_z (рис.2, а) та моментами M_x , M_y .

На вузлі безпеки стрілочасті лапи був змонтований реохордний датчик переміщення співвісний з віссю качання лапи, який здатний реагувати на можливе кутове переміщення стояка лапи.

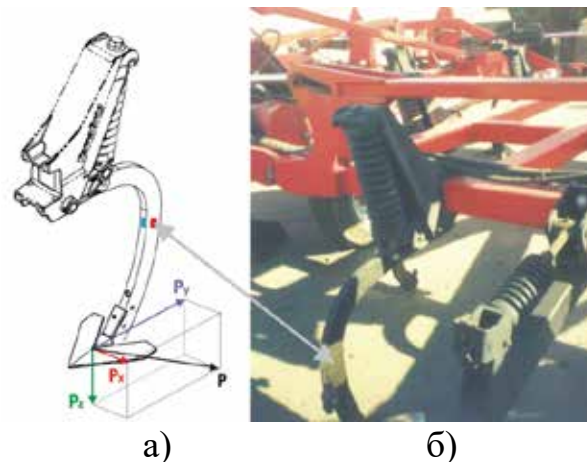


Рис. 2. Розрахункова схема (а) та місця встановлення (б) тензодатчиків на стояке стрілочасті лапи культиватора для реєстрації головної P_y та бічної P_x складової сили різання

На підставі попереднього аналітичного розрахунку було обрано чотири вимірювальні точки на елементах центральної рами культиватора (рис. 3):

Точка 1. Розтягнення опори переднього шарніра з'єднання центральної та середньої рам.

Точка 2. Вигин опори переднього шарніра з'єднання центральної та середньої рам.

Точки 3. Вигин поздовжньої балки центральної рами щодо

вертикальної осі (z).

Точка 4. Вигин поперечної балки центральної рами щодо вертикальної осі (z).

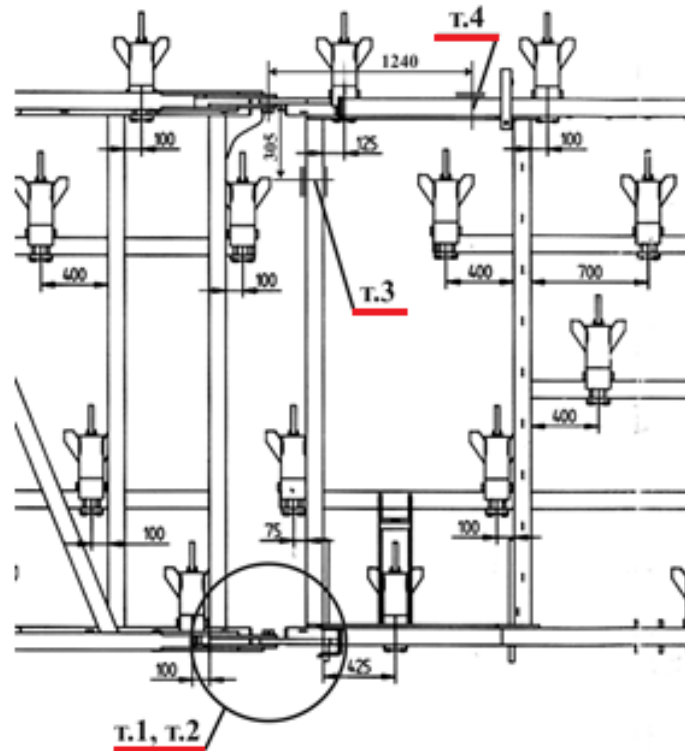


Рис. 3. Місця встановлення тензодатчиків на балках центральної рами культиватора

При створенні параметричної кінцево-елементної моделі НК культиватора (рис.4) та розрахунках використовувався багатофункціональний програмний комплекс «ЛІРА» (<https://www.liraland.ua>) [6].

Модель НК культиватора є п'ятиблочною системою, симетричною щодо поздовжньої осі центральної секції, просторових рам з'єднаних між собою трьох і чотирирухомими кінематичними парами.

Кожен блок (секція) складається з елементів (стрижнів заданого перерізу), пов'язаних у просторову раму вузлами, не враховуючи місцевих посилень.

Кожен блок моделі НК є багаторазово статично невизначеною системою, навантаженою відповідно до режиму експлуатації (рис.4).

Моделювання напружено-деформованого стану НК проводилось з урахуванням розподіленої маси металоконструкції рам та борони, а також зосереджених мас: вузлів безпеки $G_1 = 0,6$ кН, вузлів опорних коліс $G_2 = 1$ кН, вузлів тандемів $G_3 = 1,6$ кН, гідроциліндрів складання (розкладання), підйому (опускання) секцій $G_{4i} = 0,18\frac{1}{4} 0,60$ кН та ін.

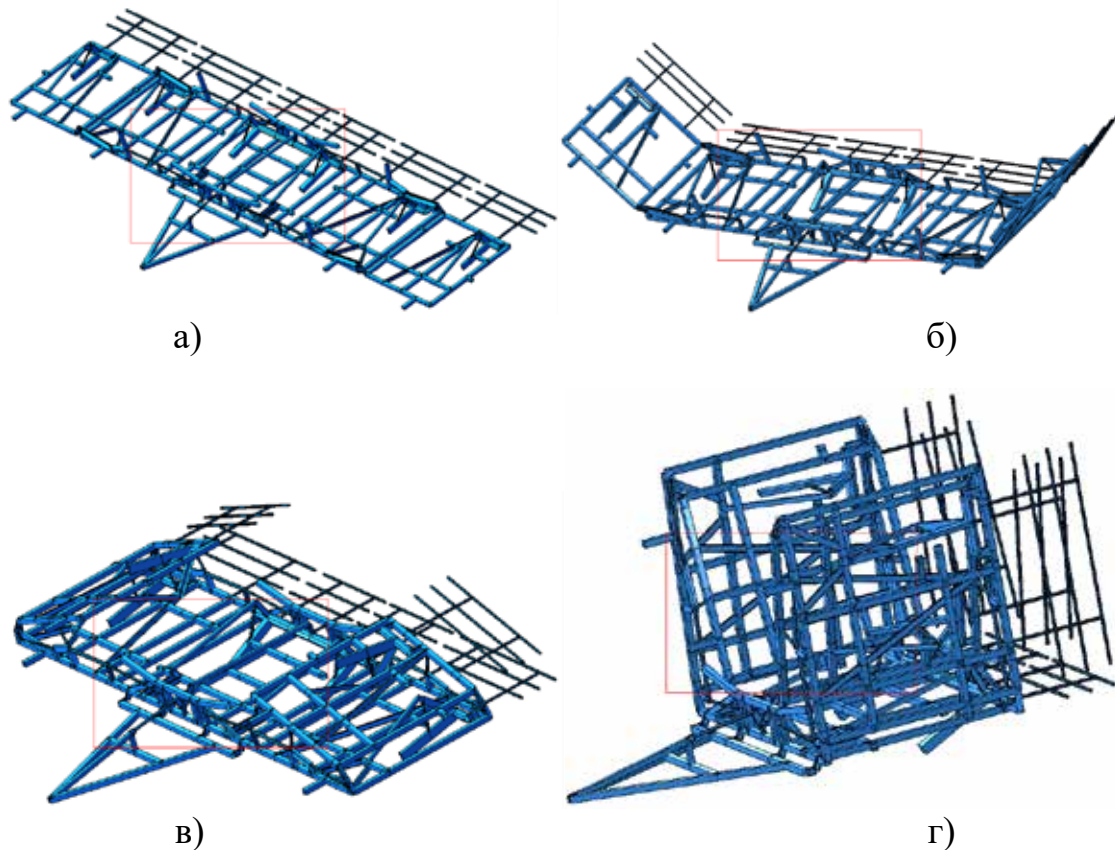


Рис. 4. Параметрична кінцево-елементна модель НК культиватора FG 18.30 у функціональних положеннях: культивації (а), при складанні секцій (б, в), транспортному (г)

Висновки. На основі даних натурних вимірів та імітаційного моделювання навантаження розробленої параметричної кінцево-елементної моделі несучої конструкції культиватора FG 18.30 у різних режимах експлуатації, проведений аналіз отриманих розрахункових даних напружено-деформованого стану елементів несучої конструкції, визначені їх запаси міцності. Встановлені напрями раціональної зміни сортаменту і матеріалу трубчастих елементів балок центральної рами культиватора за критерієм загального зниження металоємкості несучої конструкції при збереженні необхідної міцності.

Список використаних джерел

1. Машини для обробітку ґрунту та сівби: посібник за ред. Кравчука В.І., Мельника Ю.Ф. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. 2009. 288 с.
2. Шаргородський С.А. Розробка математичної моделі гідравлічного привода розгортання секцій широкозахватної машини сільськогосподарського призначення / С.А. Шаргородський, В.С. Руткевич, Є.В. Ящук // Техніка, енергетика, транспорт АПК. № 4 (115). 2021. С.148–158.
3. Шаргородський С.А. Математичне моделювання гідропривода

переведення широкозахватного сільськогосподарського агрегату із транспортного положення у робоче / С.А. Шаргородський, В.С. Руткевич, Є.В. Ящук // Вібрації в техніці та технологіях. № 3 (106). 2022. С.54–63.

4. Зданевич С.В. Експериментальне дослідження та моделювання динаміки екіпажу з безресорною незалежною підвіскою коліс при наїзді на перешкоду / С.В. Зданевич, Р.П. Погребняк // Підйомно-транспортна техніка. 2010. №2. С.81–86.

5. Зданевич С.В. Комплексні натурні вимірювання, моделювання навантаження та напрямки раціонального проектування несучої конструкції причіпного широкозахватного посівного комплексу / С.В. Зданевич, Р.П. Погребняк, С.С. Зданевич // Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (25-26 листопада 2021 р., м. Харків). Харків: Держ. біотехнол. ун-т, 2021. С. 190–193.

6. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання: навч. посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язев, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. К.: НАУ, 2019. 492 с.