УДК 631.372

Овсянніков С., канд. техн. наук (Харківський нац. техн. ун-т с. г. ім. П. Василенка)

Мотоагрегати та мотознаряддя: відповідність умов роботи оператора санітарно-гігієнічним нормам

У статті розглянуті питання класифікації мототехніки за конструкційними ознаками та призначенням, представлена структурна схема взаємодії в системі «оператор-мотоагрегат-середовище», за допомогою якої встановлені взаємозв'язки між підсистемами і оператором. На основі аналізу літературних джерел та проведених досліджень встановлено, що робота оператора мотоагрегату переривається тривалими зупинками на відпочинок, що призводить до зменшення продуктивності агрегату. Встановлені причини виникнення силової взаємодії оператора і мотоагрегату та визначені їх межі. Проведено оцінювання важкості і напруженості роботи оператора до критеріїв та класифікації умов праці. Встановлено, що умови праці оператора мотоагрегату відносяться до найбільш шкідливих. Намічені шляхи зменшення фізичної взаємодії оператора з мотоагрегатом.

Ключові слова: мотоагрегат, мотознаряддя, мотоблок, оператор, санітарно-гігієнічні норми, умови праці.

Вступ. Останнім часом стрімко зростає застосування міні-техніки в різних галузях виробництва. Найбільше поширення її відзначається на присадибних ділянках, дачах, городах та теплицях, в комунальних господарствах, на будівництві тощо. Основним поштовхом до цього став випуск серії економічних компактних двигунів внутрішнього згоряння малої потужності, застосування яких дозволяє комплектувати міні-техніку двигунами оптимальної потужності у відповідності з призначенням та видом робіт.

Чіткої класифікації міні-техніки наразі не існує, але її умовно можна поділити на ручний механізований інструмент, мотознаряддя, мотоагрегати, міні-трактори та агрегати, виготовлені на їх базі [1]. Основну увагу в статті приділено мототехніці – мотознаряддям та мотоагрегатам, зробленим на базі мотоблоків. Розглядаючи походження назв "мотознаряддя" та "мотоблок", необхідно зазначити, що спільна корінна складова "мото" має походження від слово мотор, тобто устрій, що приводить в рух [2]. Друга складова вказує на окремий вид машини (знаряддя) або застосування його як окремого блока - енергетичної складової агрегатної побудови машини.

Мотознаряддями називають одновісні енергетичні засоби з робочими органами, призначеними здебільшого для виконання однієї конкретної операції. Це такі знаряддя, як мотокультиватор, мотокоса, мотоснігомет тощо. Мотознаряддя вже під час проектування розробляють для виконання конкретної операції. Застосування їх для виконання інших операцій може бути нераціональним або зовсім неможливим.

Мотоагрегати відрізняються від мотознарядь універсальністю застосування в залежності від виду робіт та машин, що з ними агрегатуються. Мотоагрегати складаються з мотоблока (енергетичний одновісний самохідний засіб із системами агрегатування і приведення в дію робочих органів [3]) та технологічних машин і пристосувань.

Те, що об'єднує мотознаряддя та мотоагрегати, – це наявність одновісного енергетичного модуля, яким керує оператор, що йде позаду або збоку агрегату, через штанги керування. Іноді ці машини називають пішохідними (англ. walking tractor).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В статті [4] відзначається, що робота агрегатів на базі мотоблоків і мотознарядь здійснюється від дії двох джерел енергії: енергії згоряння палива у двигуні внутрішнього згоряння і фізичної енергії оператора. Енергія оператора витрачається на забезпечення напрямку руху (передачею фізичних зусиль оператора на штанги керування в горизонтальній площині), забезпечення агротехнічних параметрів роботи агрегату (передачею фізичних зусиль оператора на штанги керування у вертикальній площині), тягової динаміки агрегату (передачею фізичних зусиль на штанги керування у поздовжньому напрямку), забезпечення стійкості агрегату від перекидання, на піше пересування самого оператора по обробленій поверхні ґрунту [5]. Для більш детального розгляду взаємодії оператора з мотоагрегатом розроблена структурна схема системи «оператор-мотоагрегат-середовище» (рис. 1).

Інтенсивність фізичної дії оператора на органи керування безпосередньо впливає на його втому і визначає періодичність і тривалість циклів "робота-відпочинок". Фізична участь оператора в процесі роботи мотоагрегатів досліджена недостатньо, однак з практики роботи з ними [6] відомо, що тривалість безперервної роботи становить 0,25-0,5 години, а час перерви на відпочинок – 0,25-0,75 години. Таким чином, продуктивність мотоагрегатів і мотознарядь безпосередньо залежать від ступеня участі оператора в роботі агрегату.

Мета досліджень – визначити умови роботи оператора мотоагрегату відповідно до санітарно-гігієнічних норм та правил.

© Овсянніков С., 2014

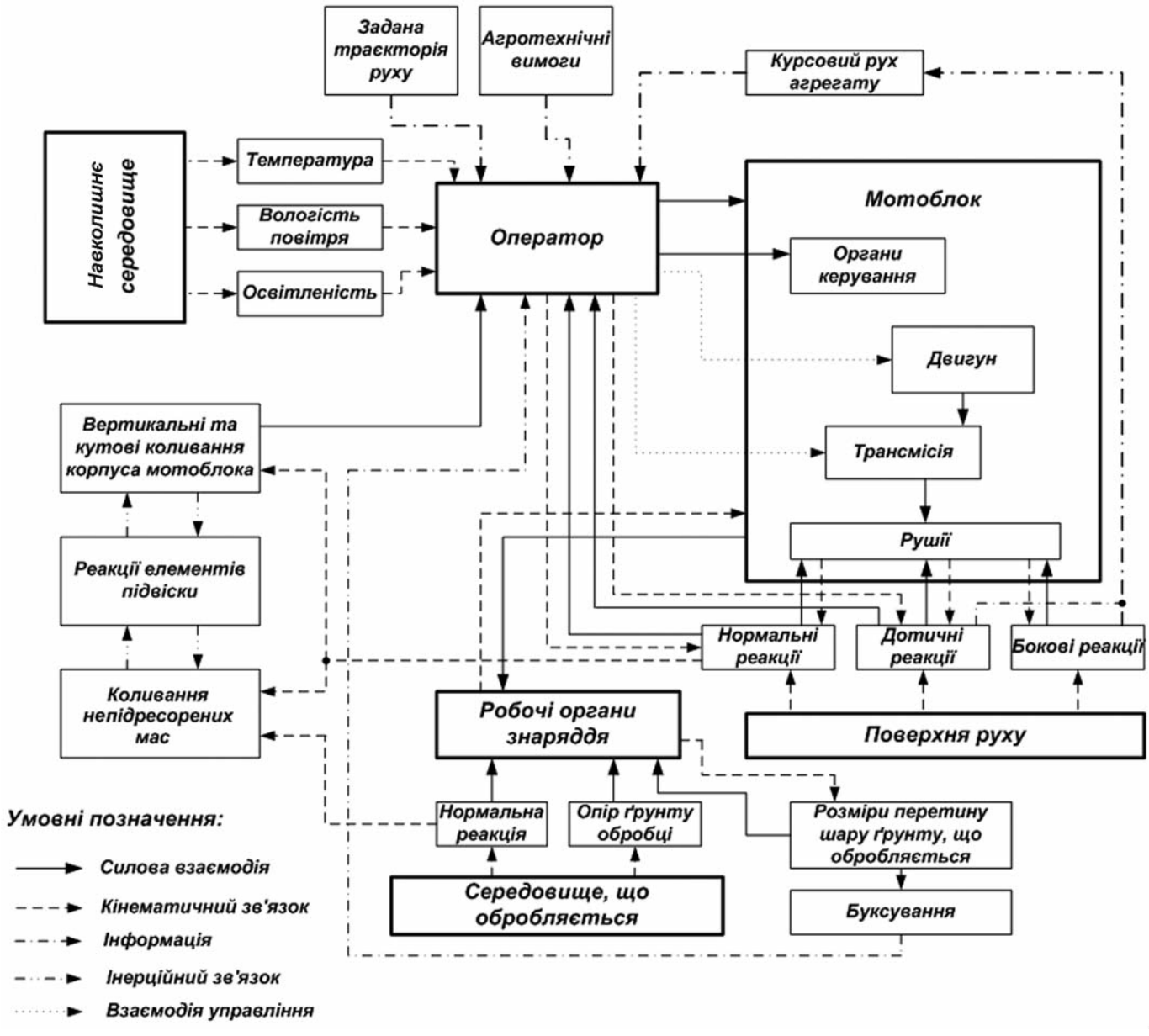

Рис. 1 – **Структурна схема взаємодії в системі «оператор – мотоагрегат – середовище»**

Виклад основного матеріалу. Якщо прийняти, що оператор виконує лише дії з керування напрямку руху і глибини обробітку, не беручи участі у тяговій динаміці агрегату, то силова взаємодія оператора з агрегатом буде обумовлена переміщенням штанг керування у вертикальній та горизонтальній площинах. Для вимірювання зусиль, що виникають на штангах керування в цих площинах, розроблена установка (рис. 2), яка складається: з візка причіпного *1*; опорної рамки *2*; тензиметричних ланцюгів *3* і *4* для вимірювання зусиль у вертикальній площині, *5* і *6* – у горизонтальній площині та *7* – для вимірювання тягового зусилля. Тягове завантаження задається гальмівним моментом на колесах візка та пристроєм завантаження *10* на задньому навісному пристрої. Під час проведення експериментів вимірюють кути повороту ведучого *8* та шляховимірювального *9* коліс. Результати вимірювань під час проведення експериментів реєструють вимірювальним комплексом у цифровому форматі [7].

Під час роботи (руху) мотоагрегату виникає реактивний момент, що діє на остов агрегату, який призводить до перерозподілу нормального навантаження з опорних коліс мотоблока на опорні пристрої знаряддя і штанги керування, а це, в свою чергу, впливає на глибину обробітку ґрунту, та відповідно – на тяговий опір знаряддя. Тому глибина обробітку регулюється здебільшого оператором шляхом переміщення штанг керування у вертикальній площині фізичним зусиллям.

В статичному стані зусилля на штангах керування $F_{оп}$ у вертикальній площині визначається з умови врівноваженості моментів відносно точки *O′* (рис. 3):

$$\sum M(O') = G \cdot a + F_{оп} \cdot L - G_o \cdot l_o + Y_o \cdot b = 0. \quad (1)$$

Звідки: $$F_{оп} = \frac{G_o \cdot l_o - G \cdot a - Y_o \cdot b}{L}, \quad (2)$$

де *G* – вага мотоблока, Н; a – відстань від центра мас мотоблока до точки *O′*, м; G_o – вага знаряддя, Н; l_o – відстань до центра мас знаряддя від точки O′, м;

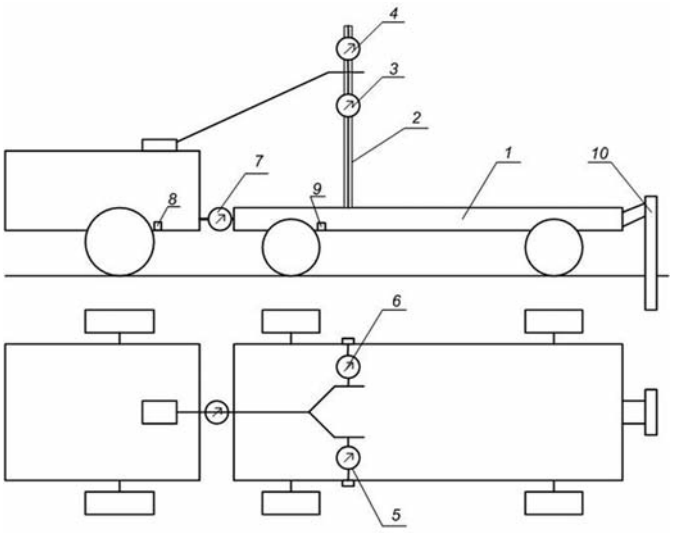

Рис. 2 – **Схема установки для дослідження сил, що виникають на штангах керуван ня мотоагрегатів**

Y_o – реакція ґрунту на опорні елементи знаряддя, Н; b – плече прикладання реакції ґрунту на опорні елементи знаряддя відносно точки O′, м; L – плече прикладання сили оператора на штанги керування відносно точки O′, м.

Для від'ємних значень сила $F_{оп}$ буде направлена у протилежний бік.

В процесі роботи агрегату виникають додаткові динамічні сили: сила опору робочих органів знаряддя $F_{кр}$, сила опору руху рушіїв мотоблока F_f, сила опору руху знаряддя F_{fo}, сили інерції агрегату $F_{ин}$, а також інші сили, які в цій роботі не розглядаються. Результуючою цих сил є дотична сила тяги $F_к$, що утворюється під дією крутного моменту $M_{кр}$ на осі ведучих коліс. Тоді на остов мотоблока буде діяти реактивний момент M_r, чисельно рівний крутному моменту і направлений у протилежний бік. Рівняння моментів відносно точки O′ набуде вигляду:

$$\sum M(O') = G \cdot a + F_{оп} \cdot L - G_o \cdot l_o + Y_o \cdot b - M_r \pm F_{ин} \cdot h = 0 \quad (3)$$

Звідки $$F_{оп} = \frac{G_o \cdot l_o + M_r - G \cdot a - Y_o \cdot b \pm F_{ин} \cdot h}{L} \quad (4)$$

де $$M_r = M_{кр} = F_k \cdot r_k = (F_f + F_{кр} + F_{fo} \pm F_{ин}) \cdot r_к \quad (5)$$

h – висота розташування центра мас, м.

В процесі роботи мотоагрегату сили опору руху залежать від багатьох факторів і носять випадковий характер зміни. У більшості випадків їх можна представити у вигляді закону гармонічного розподілення.

Таблиця 1

Зусилля F, середнє квадратичні відхилення σ зусилля, швидкість зміни сили $V_{Fср}$, середнє квадратичне відхилення швидкості σ_v на штангах керування під час руху мотоблока "Мотор Січ" по стерні і ґрунтовій дорозі

Ґрунтовий фон	$F_{кр.ср}$, Н	Вертикальна площина				Горизонтальна площина			
		$F_{ср}$, Н	σ, Н	$V_{Fср}$, Н/с	σ_v, Н/с	$F_{ср}$, Н	σ, Н	$V_{Fср}$, Н/с	σ_v, Н/с
Стерня	770	176	240	-3,7	134	-72	16,6	-1	64,8
Ґрунтова дорога	228	-54	72,6	-1,8	30	1,38	12,3	-0,2	8,5

В процесі експерименту вимірювали зусилля у вертикальній та горизонтальній площинах на штангах керування, тягове зусилля на гаку, кути поворотів ведучого та шляховимірювального коліс. Фоновими поверхнями руху були задерніла дворічна цілина і ґрунтова дорога. Кут нахилу поверхні руху не перевищував 0,5°, температура повітря становила 17-19 °С, швидкість вітру – до 3 м/с. Вологість ґрунту вимірювали методом висушування зразків, вона становила 18-21%. Дослідження проводили на базі мотоблока "Мотор-Січ" під час руху на перший передачі.

За результатами вимірювань визначали середнє значення параметрів, середнє квадратичне відхилення і дисперсію. Результати експериментів наведені в табл. 1.

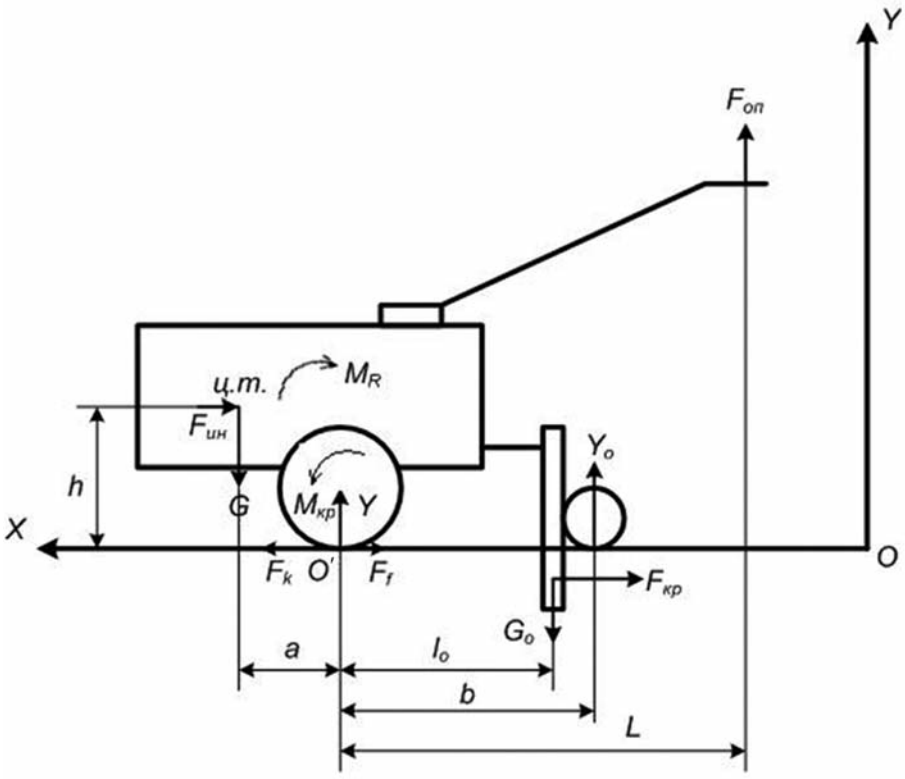

Рис. 3 – **Схема сил, що діють на мотоагрегат під час роботи**

Продовження статті в наступному номері.