

UDC 631.3-192

ENSURING THE RELIABILITY OF CULTIVATORS WITH ELASTIC STANDS, TAKING INTO ACCOUNT THE NUMBER OF WORKING MEMBERS

Alforov O. I.

Sumy National Agrarian University

Problem formulation: It is not always possible to ensure that all elements in a system are loaded together. Therefore, it is advisable to use the scheme of separate independent loading of elements to guarantee the reliability of the forecast of the probability of failure of sequential systems.

Research analysis. Often, the main source of extreme loads acting simultaneously on the elements of one system is any common loading factors that, when transformed, are distributed among the elements in a non-random manner. This can be, for example, the torque on the drive shaft of a gearbox, which is distributed over its elements, or the traction force of a tractor, which is distributed over the working bodies of a tillage unit. In these cases, the condition of independence of the extreme load of the elements in one system is violated and a common or joint load scheme can be used. With this scheme, the extreme load that simultaneously acts on each element of the system is defined as the product of: $P_{Hi} = \theta_i P_H$, where P_H - s the total random component of the load in the system; θ_i - the parameter that determines the distribution of load across the system elements and the degree of dependence between the elements in terms of total load. We will call the simultaneous extreme load of all elements in one system

common or joint, if we can neglect the random scattering of values θ_i and consider them constant proportionality coefficients between the total random component of the load P_H and the load P_{Hi} acting on the i -th element [1-3].

Objective To ensure the mechanical reliability of agricultural tillage units-cultivators with working bodies on elastic suspension.

Research results Today there are many different types of cultivators with elastic S-shaped tines. Depending on the type of soil cultivation, they are divided into steam cultivators and tilled cultivators. Seed drills are also very common and are designed to carry out various technological operations, including seeding, at the same time. Like the previous ones, they are equipped with S-shaped racks. The number of racks on each of these cultivators ranges from 9 to 126.

If we consider a cultivator as a sequential system, then the condition for reliability is that the failure of any one leg leads to the failure of the unit.

Mechanical failure is defined as the sudden destruction or residual deformation of an elastic strut.

To calculate the probability of failure at the first extreme load, if we use preloads to increase reliability, we use the following relationship [3-6]:

$$R(1/m_n) = \frac{(m_n+1)K^b}{(m_n+1)K^{b+n}} \quad m_n \neq 0 \quad (1)$$

where m_n – is the number of preliminary (control) loads; n – is the number of racks;

K – is the safety factor; b – is the degree index equal to 12,15 (corresponding to the coefficient of variation $V=0,1$).

$R_1(m_n)$ has a significant impact on the quality of the equipment, as it ensures reliability during the initial period of operation. The higher the $R_1(m_n)$ the greater the demand for the machines produced. Consequently, it will be more competitive on the market.

To ensure normal operation $R_1 \geq 0,999$. The specified level of this indicator can be achieved in the following ways:

1. By means of an extreme load safety factor

The safety factor is calculated according to the formula:

$$K = \frac{\bar{\sigma}_m - \sigma_0}{\bar{\sigma}_H - \sigma_0} \quad (2)$$

Lower yield strength limit for 65Г steel $\sigma_0 = 450$ MPa. The average yield strength $\bar{\sigma}_m$ depends on the type of heat treatment of the material and can be [7] in the range of $\bar{\sigma}_m = 690 - 1220$ MPa. The average extreme load $\bar{\sigma}_H$ is within 650MPa [3, 4]. Therefore, according to (2)

$$1,2 \leq K \leq 3,8.$$

2. Due to preloads m_n

The number of preloads m_n is set to 1. Then the value of R_1 depending on K , m_n for the most powerful unit with 126 racks at $K = 2,2$ will reach the value of $R_1 = 0,990$, and at $K = 2,6$ the value of the probability of failure at the first extreme load will exceed $R_1 = 0,999$.

As the number of preloads increases, the failure rate also increases significantly. m_n . Using this method allows you to reject low-quality racks before putting them into operation. This method is more expensive, as it requires additional staff, equipment, etc. However, it allows the use of cheaper steel without additional heat treatment. For example, if the number of posts is 10, a sufficient level of failure rate is achieved at $K=1,8$, using a number of preloads of 10.

Conclusions The above methods of improving reliability are effective and realistic in terms of their application in production.

References

1. Jiang C, Qiu HB, Li XK, Chen ZZ, Gao L, Li PG (2020) Iterative reliable design space approach for efficient reliability-based design optimization. *Eng Comput* 36(1):151–169

2. Xiao NC, Yuan K, Zhou CN (2020) Adaptive kriging-based efficient reliability method for structural systems with multiple failure modes and mixed variables. *Comput Methods Appl Mech Eng* 359:112649

3. Grynchenko, O.; Alfyorov, O. *Mechanical Reliability. In Prediction and Management under Extreme Load Conditions*; Springer Nature: Cham, Switzerland, 2020; 125 p.

4. Алфёров А. И. Основы прогнозирования и управления надёжностью в условиях экстремальных нагрузок : монография / А. И. Алфёров, А. С. Гринченко. – Харьков: Планета-Принт, 2017. – 135 с.

5. Алфёров А. И. Прогнозирование надёжности элементов машин при случайном пуассоновском потоке экстремальных нагружений / А. И. Алфёров, А. С. Гринченко. // *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. – Харків. – 2017. – № 7. – С. 141-148.

6. Алфёров О. І. Прогнозування і управління надійністю систем при пуассонівському потоці навантажень / О. І. Алфёров // *Крамаровські читання: збірник тез доп. VI Міжнар. наук.-техн. конф. 2019 р., м. Київ*. – Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2019. – С. 329-331

7. Гуков Я.С. *Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробки ґрунту в умовах України [Текст]: наукове видання / Я.С.Гуков*. – К.: ДІА, 2007. – 276 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



Київ – 2024

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42

З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

- Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.
- Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.
- Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.
- Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.
- Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.
- Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.
- Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.
- Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.
- Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.
- Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.
- Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».
- Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».
- Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.
- Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.
- Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.
- Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.
- Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.
- Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.
- Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.
- Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.
- Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».
- Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.
- Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».
- Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.
- Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.
- Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.
- Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».
- Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.
- Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.
- Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.
- Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.
- Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.