УДК 631.004.1

INTERNAL STRESS IN POLYMER COATINGS OF PARTS OF GRAIN HARVESTING COMBINERS

Shvydun O. V.
National University of Life and Environmental Science of Ukraine

The studied paint and varnish systems are complex mixtures of mutually soluble high molecular weight and low molecular weight substances, which are applied to a metal surface and form paint coatings when the solvent evaporates. Evaporation of solvents increases the interaction between the non-volatile components of the coating. This leads, on the one hand, to shrinkage, and on the other hand, to an increase in stiffness and a slowing down of the rate of relaxation processes [1].

However, the formation of coatings, unlike free films, is not exhausted by this. Adhesion occurs between the coating and the surface of the product (substrate) to be coated. A polymer coating applied to a rigid substrate and having a sufficient amount of adhesion to it is not able to contract freely during the evaporation of the solvent and therefore appears to be stretched against the equilibrium state. Internal stresses arise in the coating [2].

Thus, the process of internal stresses in polymer coatings is one of the important factors determining the mechanism of their formation. Interest in the study of internal stresses in polymer coatings is determined by two reasons.

The simultaneous development of shrinkage, growth of stiffness and slowing of relaxation processes causes the emergence of internal stresses in

coatings formed on rigid substrates. Therefore, internal stresses in paint coatings are an important factor determining both the coating formation mechanism and their further behavior during operation [3].

It is known from the practice of using SHT paint coatings that their service life is often determined by a violation of integrity or simply by cracking or flaking [4]. Internal stress often causes mechanical failure of coatings used to protect products operating over a wide temperature range.

Internal tension, depending on their magnitude and duration of action, can significantly reduce the adhesive and cohesive properties of coatings and thereby cause their premature destruction. However, insufficient attention has been paid to the study of internal stresses during the operation of coatings, although some works indicated their certain influence on the durability of coatings.

The work [5] should be considered the main work on the study of internal stresses in polymer coatings. The voltage estimation method proposed in it is as follows. The polymer coating was applied to a metal surface polished to a mirror shine. Using the birefringence value of the reflected polarized beam, the degree of tension in the coating was estimated. This approach was not further applied for the purpose of researching polymer coatings and studying the processes of their internal stresses. It was later applied to study stress distribution in loaded machine parts using hard polymer coatings [6].

Koenig St. performed several works devoted to the study of the formation of varnish coatings and the occurrence of internal stresses in them. He used the optical method of studying stresses in the coating. Light was transmitted through the coating, so this method could be used to study only transparent coatings [7].

Koenig V. came to the conclusion that when the coating hardens, it experiences shrinkage, which is a source of internal stresses.

Of greatest interest from this series of works is work [152], which investigated the behavior of free and adhered varnish films during atmospheric aging. The results of the research are shown in Table 1.

Table 1

Effect of atmospheric aging on loose and adhered varnish films

Item No	The name of the varnish	Optical effect after 3 months of aging	
		Free films	films on a glass substrate
1	Nitrocellulose lacquer without plasticizer	weak	complete destruction in a month
2	Oil varnish with phenol-formaldehyde resin (1:1)	weak	complete destruction after 3 months

It follows from the table that free, unstressed nitro films after 3 months of atmospheric aging had only a weak birefringence effect, preserving their integrity,

while the same films adhered to the substrate were completely destroyed after only one month of aging. Films and oil varnish coatings behaved similarly.

These data show how significant an impact internal stresses have on the protective properties of polymer coatings.

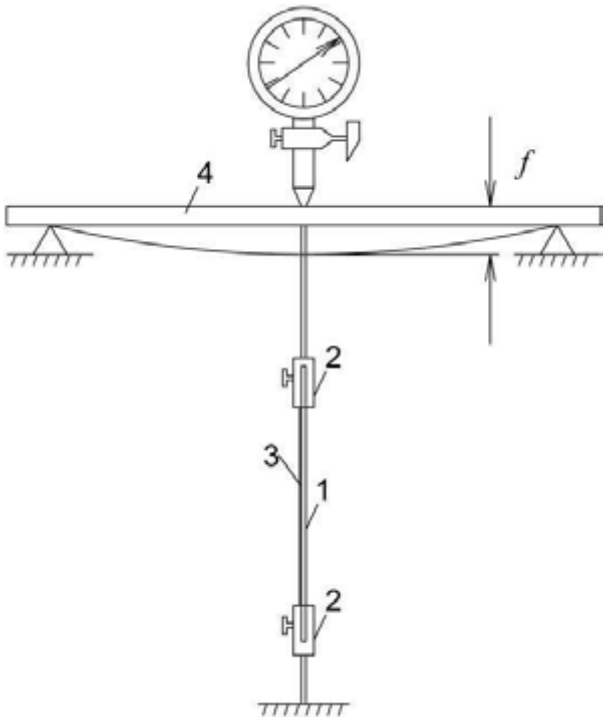

Fig. 1. Scheme of the method of studying internal stresses in polymer coatings

Rogovskii I.L. investigated the internal stress in lacquer coatings. For this, they used the Polanyi device. Strips of solvent-resistant paper with dimensions of 3 x 30 x 140 mm were taken. The ends of the paper strips were previously covered with varnish and dried. Then the strips of paper 1 were fixed in the clamps 2 of the device (Fig. 1) and varnish 3 with a thickness of 0.015-0.05 mm was applied to one side of the strip. In the process of forming the coating, sensor 4 recorded the force P with which the lacquer film tended to shrink. Knowing the cross-section of the lacquer film S and the internal force P with which the film tends to shrink, was producedcalculation of the internal stress that arose in the film $\sigma = P$.

The internal stress in nitrocellulose, urea-formaldehyde, phenol-formaldehyde, and cresol-formaldehyde lacquer coatings was investigated by this method. The influence of the curing temperature, the nature of the solvent and the molecular weight on the internal stresses, as well as the relaxation of the internal stresses during the storage of the coatings, was investigated.

References

1. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research.

Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129.

2. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determiantion of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41-49. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292.

3. Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezova L., Vyhovskyi A. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. Engineering for Rural Development. 2022. Vol. 21. P. 884-890. https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279.

4. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. Engineering for Rural Development. 2019. Vol. 18. P. 291-298. https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18. N451.

5. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137.

6. Myhailovych, Y., Rogovskii, I., Korobko, M., Berezova, L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development, 2023, 22, pp. 908–914. DOI: 10.22616/ERDev.2023.22.TF179.

7. Rogovskii I.L. (2021). Influence of operating failure of agricultural machines on efficiency of their machine use. Machinery and Energetics. Vol. 12(3). P. 157–166.

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».
Іщенко 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 бенецифіар 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».
Марущак 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.