

UDC 623.2

SCOPUS CODE 2210

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-2-240-248>**მექანიკური ინჟინერიის საწარმოთა ეკოლოგიური უსაფრთხოება და მათი პრობლემები**

ნია ნათბილაძე	მექანიკის ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68° E-mail: n.natbiladze@gtu.ge
ლერი კობახიძე	მექანიკის ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68° E-mail: l.kobakhidze@gtu.ge
ხათუნი ამყოლაძე	მექანიკის ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68° E-mail: k.amkoladze@gtu.ge

რეცენზენტები:**ვ. ქირია**, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: v.qiria@gtu.ge

ნ. თოფურია, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: n.tofuria@gtu.ge

ანოტაცია. მნიშვნელოვანია მექანიკის ინჟინერიის როლი და ამოცანები ტექნიკის განვითარებაში, მისი კლასიფიკაცია, მანქანათმშენებლობის საწარმოთა მნიშვნელოვანი მაჩვენებელი – წარმოების გარემოსდაცვითი კეთილგანწყობა. უმარტივესი საყოფაცხოვრებო ნივთებიდან მრავალფუნქციური რთული მანქანებით დამთავრებული მექანიკური ინჟინერიის პრინციპები მნიშვნელოვნად არის გადაჯაჭვული კონსტრუირების, განვითარებისა და წარმოების პროცესებში. ის სამრეწველო წარმოების

მთავარი დარგია, რომელიც ეკონომიკის ყველა სექტორს უზრუნველყოფს აღჭურვილობით, მანქანებით და შრომის სხვა საშუალებებით. დანარჩენი ეკონომიკის განვითარების დონე დამოკიდებულია მანქანათმშენებლობის განვითარების დონეზე. თავის მხრივ, სამრეწველო წარმოება მოიხმარს უზარმაზარ ენერგიას, რაც იწვევს თბური გაზების ემისიების გაზრდას, როგორცაა ნახშირორჟანგი, რაც ხელს უწყობს კლიმატის ცვლილებას. განხილულია მანქანათმშენებლობის საწარმოების ეკოლოგიური პრობლემები და მისი მინიმიზაციის შესაძლებლო-

ბები, საბაზო საწარმოს გარემოს დაცვის მიმართულების შესწავლისა და ანალიზის მნიშვნელობა. მოცემულია მითითებები საინჟინრო მრეწველობის დაბინძურებისგან გარემოს დაცვის პრობლემების გადაჭრის მიდგომებზე, ზოგადად გარემოსდაცვითი უსაფრთხოების პრობლემების მოგვარების შესაძლებლობებზე.

საკვანძო სიტყვები: ეკოლოგია; ინჟინერია; პრობლემები; საწარმო.

შესავალი

მექანიკური ინჟინერია ნებისმიერი ინდუსტრიული სახელმწიფოს ეკონომიკის ყველაზე მნიშვნელოვანი სექტორია. ყველა სახის აღჭურვილობით, მანქანებით, ლითონის საჭრელი დანადგარებით, ხელსაწყოებით, აგრეთვე მოსახლეობისთვის საქონლის წარმოებით მანქანათმშენებლობა უზრუნველყოფს ეკონომიკის ყველა ძირითადი სექტორის საქმიანობის სტაბილურობას. მექანიკური ინჟინერიის ძირითადი ამოცანებია მანქანებისა და აღჭურვილობის ხარისხის უწყვეტი გაუმჯობესება, საწარმოებში შრომის პროდუქტიულობის მნიშვნელოვანი ზრდა.

მექანიკური ინჟინერია არის ინდუსტრიების ერთობლიობა, რომელიც მრავალფეროვან მანქანებს აწარმოებს. მექანიკური ინჟინერიის პროდუქტები ეკონომიკის ყველა სფეროში გამოიყენება. მას იყენებს მრეწველობა, სოფლის მეურნეობა, ტრანსპორტი და შეიარაღებული ძალები. თანამედროვე სამყაროში მზარდი ყურადღება ეკოლოგიურ პრობლემებსა და ბუნებრივი რესურსების კონსერვაციას ექ-

ცევა. ამ მხრივ გარემოს სპეციალისტები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ჩვენი პლანეტის ჯანმრთელობის მონიტორინგსა და წყლის, ჰაერისა და ნიადაგის სისუფთავეზე ზრუნვაში.

მანქანათმშენებლობის როლი და მნიშვნელობა, უპირველეს ყოვლისა, განისაზღვრება იმით, რომ ის ქვეყნის ეკონომიკის ძირითადი სექტორია, მჭიდროდაა დაკავშირებული ეკონომიკის წამყვან სექტორებთან და უზრუნველყოფს მათ მდგრად ფუნქციონირებას, ავსებს სამომხმარებლო ბაზარს და დარგის ტექნოლოგიური ბირთვის განვითარების საფუძველია. მექანიკური ინჟინერიის საწარმოების ადგილმდებარეობა ბევრ ფაქტორზე დამოკიდებული. მათ შორისაა: შრომის ინტენსიურობა, ლითონის ინტენსიურობა, ცოდნის ინტენსიურობა, მომხმარებელზე ორიენტაცია, სამხედრო-სტრატეგიული ფაქტორი. თანამედროვე მანქანათმშენებლობა მეცნიერების უახლეს მიღწევებს უნდა ეფუძნებოდეს.

სამანქანათმშენებლო საწარმოები ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ყველაზე დიდი დამაბინძურებლებია. ლითონისა და პლასტმასის ნაწილაკები, სხვადასხვა ზეთი და ქიმიკატი ხვდება ჩამდინარე წყლებში. მანქანათმშენებლობას ახასიათებს დაბინძურების ახალი ტიპი - ხმაური. ხმაური და ვიბრაცია წარმოიქმნება მანქანათმშენებლობის ქარხნების მოქმედი აღჭურვილობით. ინჟინერ-მექანიკოსები მუშაობენ ჰაერისა და წყლის გასუფთავებაზე, ზღვის წყლის გაუვალობაზე, ძრავას ეფექტურობაზე, ალტერნატიულ საწვავზე, ბიოდეგრადირებად მასალებზე და სხვა საკითხებზე, კლიმატის ცვლილებასთან საბრძოლველად და მწვანე მომავლის შესაქმნელად.

ძირითადი ნაწილი

თითქმის ყველა პროდუქტი ან სერვისი თანამედროვე ცხოვრებაში შეხებაშია ინჟინერ-მექანიკოსებთან კაცობრიობის დასახმარებლად. მოიცავს დღევანდელი პრობლემების გადაჭრას და სამომავლო გადაწყვეტილებების შექმნას ჯანდაცვის, ინჟინერიის, ენერგეტიკის, ტრანსპორტის, კოსმოსური კვლევების, კლიმატის ცვლილების და სხვა სფეროებში.

ნებისმიერი ტიპის წარმოება ფასდება არამხოლოდ წარმოებული პროდუქციის მოცულობით. არანაკლებ მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია წარმოების გარემოსდაცვითი კეთილგანწყობა, ეფექტურობა და ინოვაციური კომპონენტი. მექანიკური ინჟინერია არის ინდუსტრია, რომელიც აწარმოებს მანქანებს, ინსტრუმენტებსა და საქონელს თავდაცვისა და სამოქალაქო მიზნებისთვის. ეს სამრეწველო წარმოების ყველაზე დიდი დარგია. მექანიკური ინჟინერია იყოფა: საშუალო ზოგადი, მძიმე და ცოდნის ინტენსიური (ლითონის ნაწარმისა და ნაკეთობების წარმოებისთვის).

საშუალო - საავტომობილო მრეწველობა, ჩარხებისა და ტრაქტორების წარმოება, კვებისა და მსუბუქი მრეწველობის აღჭურვილობის წარმოება;

ზოგადი - სატრანსპორტო ინჟინერია, სარაკეტო და კოსმოსური მრეწველობა, ტექნოლოგიური აღჭურვილობის წარმოება;

მძიმე - სამთო, მეტალურგიული, ამწევი და სატრანსპორტო, სამკედლო-საწნეხი და სხვა აღჭურვილობის წარმოება;

ცოდნის ინტენსიური - ელექტრო- და რადიო-საინჟინრო ინდუსტრია, ელექტრონული ინჟინერია და ხელსაწყოების დამზადება.

მექანიკური საინჟინრო კომპლექსის ობიექტები ყველაზე ხშირად განლაგებულია დიდ სამრეწველო ცენტრებში. წარმატების მისაღწევად, მექანიკურმა ინჟინერიამ უნდა უზრუნველყოს თავისი ობიექტები საწვავი და ენერგეტიკული რესურსებით, ლითონებით, წყლის რესურსებით, შრომითი და სატრანსპორტო ქსელებით. დიდი ქალაქების განვითარებული ინფრასტრუქტურა და სხვა დაკავშირებული ინდუსტრიების არსებობა მექანიკურ საინჟინრო საწარმოებს საშუალებას აძლევს მიიღოს ყველა რესურსი, რომელიც აუცილებელია წარმოების განვითარებისთვის.

ინდუსტრიულ კომპლექსს გარემოზე ზემოქმედების ინტენსიურობით წამყვანი ადგილი უკავია. ამის ძირითადი მიზეზებია: წარმოების არასრულყოფილი ტექნოლოგიები, გადაჭარბებული კონცენტრაცია როგორც ტერიტორიული, ისე ერთი საწარმოს ფარგლებში და გარემოს დაცვის საიმედო სტრუქტურების არარსებობა. თანამედროვე ტექნოლოგიების არასრულყოფილება არ იძლევა მინერალური ნედლეულის სრული გადამუშავების საშუალებას. ამ ნედლეულის უმეტესი ნაწილი ბუნებას უბრუნდება ნარჩენების სახით. მზა პროდუქტები გამოყენებული ნედლეულის 1-2%-ს შეადგენს, დანარჩენი კი ნარჩენების სახით ბრუნდება ბიოსფეროში და აბინძურებს. მანქანათმშენებლობის საწარმოები გარემოს დაბინძურების ძირითადი წყაროებია. ნავთობის საბადო და საბურღი მოწყობილობა მუშაობს უკიდურესად რთულ პირობებში, რაც გართულებულია მაღალი სტატიკური, დინამიკური, ალტერნატიული დატვირთვების ამძრავებზე მოქმედებით, აბრაზიული ნივთიერებებისა და აგრესიული სითხის არსე-

ბოზით მაღალი წნევის ქვეშ. ასეთ პირობებში მუშაობისთვის აუცილებელია ფოლადებისა და სტრუქტურული მასალების შექმნა ან შერჩევა, ფაქტორების მთელი ჩამონათვალის გათვალისწინებით, რომლებიც უარყოფითად მოქმედებს სამუშაო ზედაპირების სტატიკურ, ხანგრძლივ სიმტკიცეზე, მანქანებისა და ხელსაწყოების ცვეთამედევობასა და კოროზიაზე.

ეკოლოგია მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ჩვენს ცხოვრებაში. მანქანათმშენებლობის საწარმოები გარემოს დაბინძურების ძირითადი წყაროებია. ეკოლოგია საწარმოში არის კონტროლი: ჰაერის, წყლის, ნიადაგის დაბინძურების, ბუნებრივი რესურსების ირაციონალური გამოყენების, ნარჩენების არამიზნობრივ მართვის. ეს ყველაფერი ადამიანებს ეკოლოგიურ პრობლემებს უქმნის, რომლის გადაწყვეტაზეც დამოკიდებულია მათი კეთილდღეობა. გარემოს დაცვის უზრუნველყოფის ვალდებულება კანონიერად ეკისრება დამსაქმებელს, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს უსაფრთხო სამუშაო პირობები და ჰქონდეს დიდი რაოდენობით რეგულაციები, მათ შორის საწარმოს გარემოსდაცვითი პასპორტი.

ყველა ინდუსტრიული საწარმო მეტ-ნაკლებად აბინძურებს გარემოს. მაგრამ ყველაზე მეტი დამაბინძურებელია:

- საჩამომსხმელო საწარმო. ეს არის ერთ-ერთი ყველაზე საშიში ინდუსტრია. თუჯის, აზოტისა და ნახშირბადის ოქსიდების წარმოებისას გოგირდის ოქსიდი და დიოქსიდი, ასევე მტვერი, ამიაკი, ფენოლი, ფორმალდეჰიდი, ციანიდი გამოიყოფა და ატმოსფეროში გადის მიწების საშუალებით, ხოლო ჩამოსხმის ქვიშაში შემავალი მყარი ნივთიერებები – წყლის ობიექტებში.

- ლითონის დამუშავების საამქროები. ძირითადი დამაბინძურებელია ზეთები და ლითონის მტვერი, რომლებიც ატმოსფეროში, წყალსა და ნიადაგში შედის. ერთი ტონა დამუშავებული ლითონი აწარმოებს დაახლოებით 260 კგ ნარჩენს, ხოლო ინდუსტრიის ზოგიერთ საწარმოში 50% -ს აღწევს. ასევე, ჩარხების მუშაობის დროს ჰაერი ბინძურდება საჭრელი სითხეების ორთქლით.

- გალვანური წარმოება. ელექტრული მალაზიები იყენებს ყველაზე მეტ წყალს, სხვა მექანიკური ინჟინერიის ინდუსტრიებთან შედარებით. შედეგად წარმოიქმნება ჩამდინარე წყლების უდიდესი რაოდენობა. აქ ტარდება ნიკელის მოოქროვება, ქრომი-რება, სპილენძის მოპირკეთება, გალვანი და ა.შ. ამ პროცესების შედეგად წყლის ობიექტებში მრავალი მავნე ნივთიერება შედის.

- საღებავებისა და ლაქების წარმოება. წარმოებაში გამოყენებული ლაქებისა და საღებავების კომპონენტები გარემოს საფრთხეს უქმნის (დაახლოებით 40 მავნე ნივთიერება, მათ შორის ტყვია, ეპიქლოროჰიდრინი, ჰექსამეთილენდიამინი და ა.შ.). მათი აქროლადი ნაერთები ატმოსფეროში ხვდება.

- შედუღების წარმოება. ჰაერს აბინძურებს შედუღების მტვერი და აეროზოლის ორთქლები, რომლებიც შეიცავს სილიციუმის და ქრომის ოქსიდებს, ფთორებს, მანგანუმის ნაერთებს და ა.შ. გამონაბოლქვის უმეტესობა ელექტრული რკალის შედუღების დროს წარმოიქმნება.

მავნე ნივთიერებები, რომლებიც ჩაედინება წყალში, გამოიყოფა ჰაერში და იყრება როგორც მყარი ნარჩენები, უკიდურესად უარყოფით გავლენას ახდენს გარემოსა და ადამიანთა ჯანმრთელობაზე. სახიფათო ნარჩენებს აქვს კანცეროგენული, ტოქსი-

კური, მუტაგენური და ალერგენული თვისებები. შეუძლია გამოიწვიოს ავთვისებიანი წარმონაქმნები, მუტაციები, ავადმყოფი ბავშვების დაბადება და სხვადასხვა ალერგიული დაავადება ადამიანებში. დაბინძურებულ წყლის ობიექტებში თევზი კვდება და ეკოსისტემა ირღვევა.

ტექნიკისა და ტექნოლოგიის სწრაფად განვითარებად სამყაროში მნიშვნელოვანია საბაზო საწარმოს გარემოს დაცვის მიმართულებების შესწავლა და ანალიზი. საინჟინრო საწარმოს ბიოსფეროს დაბინძურების ძირითადი წყაროები დაკავშირებულია მანქანებისა და დანადგარების მოვლასთან, თუჯის და ფოლადის წარმოების დროს წარმოქმნილ ნარჩენებთან, ლითონების შედუღებისა და ჭრის შედეგად გამოთავისუფლებულ აირებთან, ასევე ლითონების ქიმიურ-თერმული დამუშავებისას. საწარმო ზემოქმედებს გეოლოგიურ ობიექტებზე, წყლის ობიექტებზე, რელიეფზე, ნიადაგზე, ფლორასა და ფაუნაზე, მოსახლეობაზე (ადამიანებზე), საცხოვრებელ ობიექტებზე, საწარმო ობიექტებზე, სასოფლო-სამეურნეო მიწებზე.

ზოგადად, საწარმოთა გარემოსდაცვითი მოქმედების ყველა სფერო შეიძლება დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

➤ ატმოსფერული ჰაერის დაცვის საწარმოს გარემოსდაცვითი საქმიანობის ძირითადი მიმართულებები: ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ საერთაშორისო და ეროვნული კანონმდებლობის შესწავლისა და შესაბამისი ღონისძიებების დაგეგმვა-განხორციელება, მათ შორის დაცვის მოქმედი მარეგულირებელი დოკუმენტების მოთხოვნები – ატმოსფეროს ოზონის ფენა; ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებების

ემისიების მაქსიმალურ დასაშვებ ან დროებით შეთანხმებულ სტანდარტებთან შესაბამისობა; საწარმოო და სხვა ობიექტების აღჭურვა დანადგარებით მტვრისა და მავნე აირისებრი ნივთიერებების შეგროვებისა და გასაწეიტრალეზად ტექნოლოგიური ერთეულებიდან და ვენტილაციის სისტემებიდან; გაზის გამწმენდი და მტვრის შემგროვებელი ნაგებობების უწყვეტი და ეფექტური მუშაობის უზრუნველყოფა; საწარმოო და ეკონომიკური საჭიროების დასაკმაყოფილებლად გამოყენებული სატრანსპორტო საშუალებებიდან გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობის შემცირება; ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებლების საწარმო ობიექტების (ობიექტებისა და პროცესების) რაოდენობის შემცირება; პროგრესული ტექნოლოგიური პროცესების დანერგვა, რომელიც ამცირებს ან აღმოფხვრის მავნე ნივთიერებების ატმოსფეროში გამოყოფას; ხმაურის, გამოსხივების, ელექტრომაგნიტური ვიბრაციებისა და სხვა მავნე ფიზიკური ზემოქმედების წინააღმდეგ ღონისძიებების გატარება.

➤ წყლის რესურსების დაცვის, საწარმოს გარემოსდაცვითი საქმიანობის ძირითადი მიმართულებები: ღონისძიებების დაგეგმვა და განხორციელება წყლის რესურსების დაცვის საერთაშორისო და ეროვნული კანონმდებლობის, გარემოსდაცვითი რეგულაციების შესწავლისა და მოთხოვნების შესასრულებლად; ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ექსპლუატაციის რაციონალური რეჟიმის უზრუნველყოფა, მათი რეზერვების დაბინძურებისა და ამოწურვისგან დაცვა, წყლის გამოყენების დადგენილ სტანდარტებთან შესაბამისობა, მიწისქვეშა წყლების სამრეწველო საჭიროებისთვის ექსპლუატაციის სრულ-

ლი გამოცემა (მათი გამოყენება მხოლოდ საწარმოს სასმელი და საყოფაცხოვრებო წყლით მომარაგებისთვის, პერსონალის); საწარმოო და სამეურნეო საქმიანობაში განხორციელებული პროცესების გაუმჯობესება წყლის მოხმარების შემცირების, წყლის გადამუშავების მოწყობილობების შემუშავებისა და (ან) დანერგვის მიზნით; წარმოებული წყლის რესურსების აღრიცხვის ინსტრუმენტული მეთოდების დანერგვის უზრუნველყოფა, წყლის ხარისხის მონიტორინგი, საწარმოო ობიექტებზე წყლის მოხმარების აღრიცხვის ორგანიზება; ბუნებრივი წყლის ობიექტებში (ზღვები, მდინარეები, ტბები და სხვა დახურული რეზერვუარები) წყლების ჩაშვების მოქმედი ნორმებისა და წესების დაცვა, ჩამდინარე წყლების გადასვლა წყლის ობიექტებში, რომლებიც ექვემდებარება მათ გაწმენდას ზღვრამდე; საწარმოს ობიექტების აღჭურვა, რომლებიც ჩამდინარე წყლებს წყლის ობიექტებში ატარებს გამწმენდი საშუალებებით, უზრუნველყოფს ჩამდინარე წყლების გაწმენდისა და განეიტრალების საჭირო ხარისხს; გამწმენდი ნაგებობების კარგ სამუშაო მდგომარეობაში შენარჩუნება, მათი მუშაობის ტექნოლოგიური რეჟიმის მონიტორინგი; ნავთობპროდუქტების, საწვავის, ზეთების, სპეციალური სითხეების, სპეციალური საწვავის და სხვა მავნე და ტოქსიკური სითხეების დაღვრის თავიდან აცილება და შეღწევა ბუნებრივ წყლის ობიექტებში, მათ შორის ღია გრუნტის მეშვეობით (აღჭურვილობის სარეცხი პუნქტები - ადგილები მძიმე ზედაპირით, ჩამდინარე წყლების შეგროვების მოწყობილობები, მიწისქვეშა კომუნიკაციების მოვლა (მილსადენები)).

➤ მიწის რესურსების დაცვისა და რაციონალური გამოყენებისათვის საწარმოს გარემოსდაცვითი

საქმიანობის ძირითადი მიმართულებები: ღონისძიებების დაგეგმვა და განხორციელება საერთაშორისო და ეროვნული მიწის კანონმდებლობის გარემოსდაცვითი რეგლამენტების მოთხოვნის შესასწავლად შესასრულებლად, ნიადაგის, მიწების და დაცვის მიზნით – წიაღისეული; მიწის მელიორაცია სამშენებლო ან სხვა სამუშაოების შემდეგ, აგრეთვე საწარმოო და ეკონომიკური საქმიანობისას განხორციელებული და ნიადაგის დარღვევასთან დაკავშირებული საქმიანობები; დაცვა საწარმოს ობიექტების ტერიტორიის ნიადაგის, მიწისა და წიაღის ლანდშაფტის დეგრადაციისა და განადგურებისგან, მორწყვის, დატბორვისა და სხვა დარღვევებისგან, ობიექტების მუშაობის საჭირო რეჟიმის შენარჩუნებით, გარემოს დაცვა, გამაგრება, ჰიდრავლიკური ინჟინერია. სადრენაჟო კონსტრუქციები და მოწყობილობები და ა.შ. მიწების დაცვა სამრეწველო და ეკონომიკური საქმიანობის ნარჩენებით (შენობების ფრაგმენტები და სტრუქტურული ელემენტები, მანქანები და აღჭურვილობა, ჩამდინარე წყლები, სამრეწველო, საყოფაცხოვრებო ან სხვა ნარჩენები), ნავთობპროდუქტების და სხვა მავნე სითხეების დაღვრა; ნარჩენების განთავსების ნებართვის მიღება, ამ მიზნით აღჭურვილ უფლებამოსილ ადგილებში ნარჩენების შეგროვებისა და დროებითი დაგროვების წესების დაცვა; ნარჩენების დროული გატანის ორგანიზება; სახიფათო ნარჩენების ტრანსპორტირება დადგენილი წესით ამ მიზნით აღჭურვილ სატრანსპორტო საშუალებებით და კარგ სამუშაო მდგომარეობაში; საწარმოს ობიექტების ტერიტორიაზე ნარჩენების წარმოქმნისა და განთავსების აღრიცხვის წესების, ნორმებისა და წესების განხორციელების ორგანიზება; საწარმოს ტერიტორია-

ზე სანიტარიული და ჰიგიენური მოთხოვნების შესრულების მონიტორინგი; მარეგულირებელი ორგანოებისთვის ნარჩენების მართვის შესახებ სრული, დაუზუსტებელი ინფორმაციის მიწოდება; საწარმოს ობიექტების ტერიტორიის ნავთობპროდუქტებით, სამრეწველო, საყოფაცხოვრებო და სხვა ნარჩენებით დაბინძურების აღმოფხვრა, მათი გადამუშავება (განკარგვა); მყარი ზედაპირების, სამრეწველო და ქარიშხალი კანალიზაციის დამონტაჟება პარკირების ადგილებში და აღჭურვილობის მოვლა, რომელიც გამოიყენება საწარმოს წარმოებისა და ეკონომიკური საქმიანობის მხარდასაჭერად.

➤ საწარმოს ძირითადი საქმიანობა პროდუქციისა და პროცესების ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად: პროდუქციის შემუშავებისა და წარმოებისას საერთაშორისო და ეროვნული კანონმდებლობით დადგენილი გარემოსდაცვითი მოთხოვნების, სტანდარტებისა და კონტრაქტების დაცვა; წარმოებასა და ეკონომიკურ საქმიანობაში გამოყენებული პროდუქტებისა და პროცესების გარემოსდაცვითი მოთხოვნების სტანდარტიზაცია და კონტროლი, მათ შორის შეძენილი პროდუქციის გარემოსდაცვით მოთხოვნებთან შესაბამისობის შემოწმება კონტროლი (ხარისხის სერტიფიკატი), საწარმოში ობიექტების და სამუშაო ადგილების სერტიფიცირება, მათი შესაბამისობისთვის. სტანდარტების შეგროვება და მიწოდება სახელმწიფო გარემოსდაცვითი შეფასების ჩასატარებლად იმ ტერიტორიაზე, სადაც განთავსებულია საწარმოს ობიექტების გამოყენება სამუშაო ადგილებზე, რომლებიც გარემოსდაცვით რისკს ამცირებს.

თანამედროვე ტექნოლოგიური მეთოდები რესურსების დაზოგვისა და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ეკონომიკური ეფექტურობის მიახლოებით შეფასებას იძლევა. ამ აქტივობების შედეგები ჩვეულებრივ ფასდება ინდიკატორების ერთობლიობის გამოყენებით, რომლებიც იყოფა:

- ✓ რაოდენობრივად (ბუნებრივი და ღირებულება),
- ✓ ხარისხობრივად (სტრუქტურული, გამოყენების ღირებულების დამახასიათებელი),
- ✓ ზოგადი, შედარებითი (სტანდარტებზე დაყრდნობით).

გარემოსდაცვითი უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად საწარმომ უნდა შეიმუშაოს შესაბამისი დოკუმენტების ნაკრები. სავალდებულო დოკუმენტაციის გარდა, საწარმოებს უნდა ჰქონდეს სხვადასხვა საცნობარო და საინფორმაციო მონაცემები, მეთოდოლოგიური რეკომენდაციები და სხვა დამხმარე დოკუმენტები, რომლებიც აუცილებელია გარემოსდაცვითი საქმიანობისა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების შედეგების განსახორციელებლად და სწორი აღრიცხვისთვის.

საინჟინრო მრეწველობის დაბინძურებისგან გარემოს დაცვის პრობლემები შეიძლება გადაწყდეს მხოლოდ ინტეგრირებული მიდგომით, მათ შორის საკანონმდებლო აქტებითა და მათი განხორციელებით. უმნიშვნელოვანესი და აუცილებელია სიტუაციის დეტალური მონიტორინგი ყველა დონეზე – ემისიის სტანდარტები, რომლებიც მკაცრად უნდა იყოს დაცული. ზოგადად, გარემოსდაცვითი უსაფრთხოების პრობლემების მოგვარება შესაძლებელია მყარი ნარჩენების გადამუშავებით; რეციკლირე-

ბული წყალმომარაგების დანერგვით; ემისიების დამუშავების ეფექტურობის გაზრდით (როგორც ატმოსფეროში, ისე წყლის წყაროებში); ეკოლოგიური და უნარჩენო ტექნოლოგიების დანერგვით.

დასკვნა

ანალიზის მიზანი იყო საინჟინრო საწარმოთა გარემოს დაცვის მიმართულებების შესწავლა და გაანალიზება. ზემოაღნიშნულიდან ნათლად ჩანს, რომ საწარმოთა დაბინძურებისგან გარემოს დაცვის პრობლემები შეიძლება გადაწყდეს მხოლოდ ინ-

ტეგრირებული მიდგომით, მათ შორის საკანონმდებლო აქტებით, რაც აუცილებელია გარემოსდაცვითი და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების შესახებ საქმიანობის განხორციელებისა და შედეგების სწორი აღრიცხვისათვის. გარემოს დაბინძურების პრობლემა, ტექნიკური პროდუქტებიდან სამრეწველო დაბინძურების გაანგარიშების მეთოდოლოგია და სარემონტო წარმოების მაღალი, არაალტერნატიული ეკოლოგიური ეფექტურობა მნიშვნელოვანი საკითხებია მექანიკის ინჟინერიის ეკოლოგიური პრობლემების გაანალიზებისათვის.

ლიტერატურა

1. Alasania, R., Eristavi, D., Gverdtiteli, L., Kashakashvili, L., Danelia, A. & Demetradze, M. (2015). Environmental Protection and Engineering Ecology. Lecture Course. Tbilisi: Publishing House Technical University
2. Andghuladze, Sh., Andghuladze, N. & Andghuladze, L. (2016). Ecology. Tbilisi: Publishing House Technical University.
3. Thomas E Graedel. (2023). Industrial Ecology and Sustainability. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
4. Mitsch, W. J. & Jorgensen, E. (2022). Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology.
5. Zaitsev, V.A. (2010). Industrial ecology. Moscow: RUCTU.
6. Medvedev, A.I. (2010). Engineering ecology. Moscow: Khimizdat.

UDC 623.2

SCOPUS CODE

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-2-240-248>**Ecological Safety of Mechanical Engineering Enterprises and Their Problems**

Nia Natbiladze	Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68 ^a , M. Kostava str. E-mail: n.natbiladze@gtu.ge
Leri Kobakhidze	Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68 ^a , M. Kostava str. E-mail: l.kobakhidze@gtu.ge
Khatuni Amkoladze	Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68 ^a , M. Kostava str. E-mail: k.amkoladze@gtu.ge

Reviewers:**V. Qiria**, Professor, Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: v.qiria@gtu.ge

N. Tofuria Professor, Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: n.tofuria@gtu.ge

Abstract. The paper discusses the role of mechanical engineering, its importance and its tasks in the development of technology, its classification, an important indicator of the achievements of mechanical engineering - the environmental friendliness of production. The important role of mechanical engineering in the creation of products that consumers use every day is emphasized. From the simplest household items to multifunctional complex machines, the principles of mechanical engineering are significantly intertwined in the design, development and production processes. It is the main branch of industrial production, which provides all other sectors of the economy with equipment, machines and other means of labor. The level of development of the rest of the economy depends on the level of development of mechanical engineering. In turn, industrial production consumes a huge amount of energy. This leads to an increase in emissions of greenhouse gases, such as carbon dioxide, which in turn contributes to climate change. Ecological problems of mechanical engineering enterprises and possibilities for their minimization. The work clearly highlights the importance of studying and analyzing the environmental protection features of the base enterprise. The work provides ideas on approaches to solving the problems of protecting the environment from pollution in the engineering industry, and on the possibilities for solving environmental safety problems in general.

Keywords: Engineering; Enterprise; Ecology; Problems.*განხილვის თარიღი 28.12.2024**შემოსვლის თარიღი 23.12.2024**ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16.06.2025*