

УДК 331.44: 628.98

Рабіч О.В., канд. техн. наук, доцент,
Чумак Л.О., канд. техн. наук, доцент,
Мещерякова І.В., аспірант
(ДВНЗ «ПДАБА»)

АНАЛІЗ ЗМІНИ УМОВ ПРАЦІ РОБОЧИХ МІСЦЬ ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Рабич Е.В., канд. техн. наук, доцент,
Чумак Л.А., канд. техн. наук, доцент,
Мещерякова И.В., аспирант
(ГВУЗ «ПГАСА»)

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОЧИХ МЕСТ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Rabich H.V., Ph. D., Assos.prof.,
Chumak L.A., Ph. D., Assos.prof.,
Mescheryakova I.V., Doctoral Student
(SHEI «PSACEA»)

ANALYSIS OF CHANGED WORKING CONDITIONS IN THE WORK- PLACES FOR MODERNIZATION OF PRODUCTION

Анотація. Аналіз умов праці робітників при модернізації виробництва показав, що впершу чергу це напруженість праці, яка характеризується змістом роботи, сенсорним навантаженням, сприйманням сигналів (інформації) та їх оцінкою. Це у повній мірі відноситься і до гірничого виробництва. Взаємний вплив показників світлового середовища та напруженості праці в нормативних документах не враховано з позиції навантаження на зоровий аналізатор. Критерії оцінки за показниками світлового середовища при штучному освітленні робочого місця протягом 8 годин відносяться до шкідливих умов праці, які потребують розробку заходів щодо доведення їх до допустимих. При аналізі світлового середовища та встановлення класу умов праці необхідно враховувати розумове навантаження та віковий діапазон робітників. При оцінці якості освітлення робочого місця необхідно враховувати фотобіологічний вплив світла і його взаємодію з напруженістю праці. Світлодіодне освітлення відрізняється від всіх типів традиційних джерел світла і дозволяє створити динамічне освітлення з новими можливостями впливу на біологічні процеси в організмі людини, тому вплив світлодіодного освітлення на зорову працездатність робітників дає підставу щодо подальшого дослідження процесів взаємодії напруженості праці та якості штучного світлового середовища.

Ключові слова. умови праці, напруженість праці, світлове середовище, світлодіодне освітлення.

Вступ. За останні роки, з урахуванням фізичного зносу старого обладнання до 80%, виникла тенденція щодо реконструкції виробництва із зміною робочих місць та змісту діяльності робітників. З цього приводу виникла проблема визначення умов праці за змінним впливом чинників виробничого середовища і трудового процесу. Оптимальні умови праці визначаються безпекою системи

«людина – виробниче середовище – техніка», в якій головуючу роль відіграють закономірності взаємодії людини в процесі праці з виробничим обладнанням та контролем, взаємодії психофізіологічних характеристик людини та санітарно-гігієнічних параметрів виробничого середовища.

Україна, на жаль, ще не вийшла на рівень комплексної автоматизації підприємств, що могло б забезпечити менш шкідливі умови праці та їх вплив на здоров'я працівників. Тому робітники на виробництвах постійно знаходяться під впливом шкідливих умов виробничого середовища, трудового та виробничого процесів, які впливають на стан здоров'я працівників та їх працездатність. Параметри мікроклімату у приміщенні, вібрація, шум, нетоксичний пил, газ, пара, освітленість, різні види випромінювань, токсичні речовини, мікроорганізми, бактерії, інфекції, фізичні та нервово-психічні, сенсорні перевантаження, монотонності праці є шкідливими умовами праці.

Викладення основного матеріалу. При зміні обладнання та технологічного процесу робочі місця розташовують в окремих приміщеннях, обладнаних шумо- та пило- захистом, що знижує вплив шкідливих чинників виробничого середовища. На жаль, це не завжди здійснено, особливо у гірничодобувній галузі, де робочі місця, особливо підземні, за самим характером праці зазнають впливу багатьох шкідливих факторів, чи не найбільшої їх кількості серед промислових підприємств. В переобладнаних робочих приміщеннях основними виробничими чинниками, які визначають умови праці, є мікроклімат, світлове середовище та напруженість праці (рис.1).

Визначення класу умов праці здійснюється за нормативними документами [1, 2, 3]. Показники чинників виробничого середовища оптимальних умов праці забезпечуються раціональним проектуванням систем життєзабезпечення (опалення, вентиляція, кондиціонування) [3] та системи освітлення.

Показники напруженості умов праці визначаються змістом роботи та організацією праці.

Метою даної роботи є дослідження процесу взаємодії напруженості праці із світловим середовищем. Визначимо чинники, що впливають на робітників, які контролюють та управляють виробничим процесом дистанційно (робоче місце розташовано в окремому приміщенні, нагляд за процесом здійснюється за комп'ютером).

Напруженість праці – характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника [1].

До показників, що характеризують напруженість праці, належать: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи. Показники сенсорних навантажень та сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка залежить від якості світлового середовища.

Тривале розумове навантаження впливає на психічну діяльність, може погіршувати функції уваги (обсяг, концентрація, переключення), пам'яті (короткочасної і довгочасної), сприйняття (збільшується частота помилок), може виникати тахікардія (частішання пульсу), підвищення кров'яного тиску, зміни в еле-

критичній активності серцевого м'язу та мозку, збільшення легеневої вентиляції і споживання кисню. Такі функціональні зміни в організмі, в свою чергу під час довготривалої дії можуть спричинити розвиток гальмівних процесів у центральній нервовій системі, послаблення пильності й уваги, розвиток втоми.

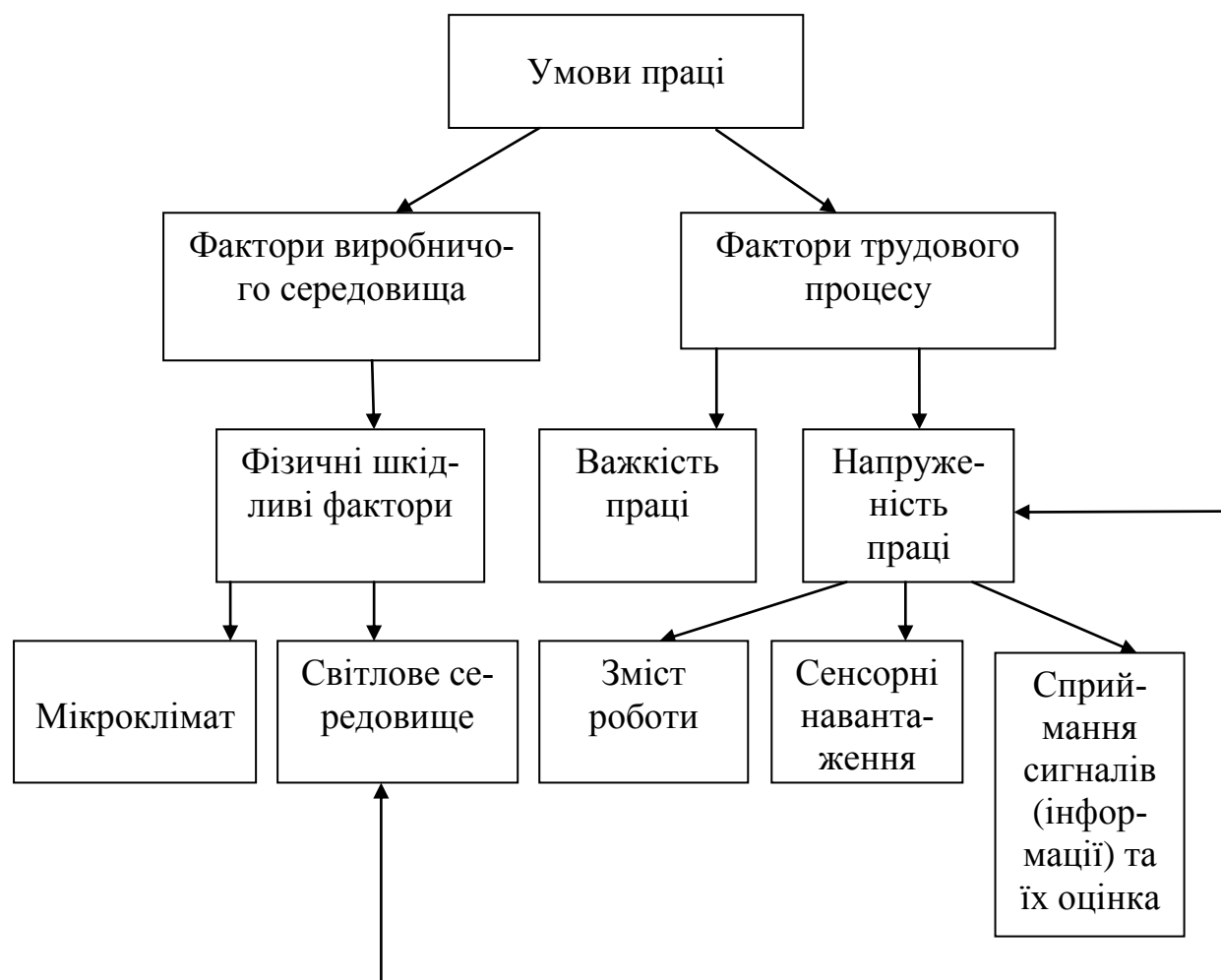


Рисунок 1 – Умови праці робітників автоматизованого технологічного процесу при впровадженні нових технологій

Напруженість трудового процесу визначають за основними та допоміжними показниками, що є характерними для робочих місць, що досліджуються.

Оцінка напруженості трудового процесу робітників визначається на основі аналізу трудової діяльності і її структури, які вивчають за допомогою хронометражних спостережень у динаміці всього робочого дня, протягом не менше ніж три робочих зміни. Аналіз базується на комплексі промислових факторів, які створюють передумови для виникнення несприятливих нервово-емоційних станів (перенапруження). Усі фактори (показники) трудового процесу мають якісне або кількісне вираження.

Обов'язковими для оцінки є показники сенсорних навантажень (тривалості зосередження уваги або щільності сигналів та повідомлень), емоційного навантаження та режиму праці, що формують групу основних показників напруженості праці і за оцінками, мають коефіцієнт значущості 1. Оцінку та аналіз інших показників напруженості трудового процесу проводять залежно від особ-

ливостей роботи, що виконується [4]. Слід зауважити, що при 8 годинній роботі у світловому середовищі штучного освітлення умови праці відносяться до класу 3.2 (шкідливі другого ступеню).

Таким чином в сфері охорони праці ключовим є питання оцінки напруженості праці. На жаль у зазначеному документі не враховують сформовані сьогодні реалії, які пов'язані з тим, що при виконанні різних робіт напруженість праці, яка є причиною формування стресу, може бути настільки великою, що її класифікація повинна відповідати пункту 4 (тобто екстремальні умови), у результаті якої за робочу зміну або її частину здоров'ю людини може бути завдано значної шкоди. Але згідно з Гігієнічною класифікацією напруженість праці не може оцінюватися вище ніж 3.3. Отже, поєднаний комплекс факторів високої інтенсивності (а саме вони здебільшого визначають рівень напруженості праці), сенсорним навантаженням із параметрами світлового середовища серед яких особливо виділяється фактор, що сприяє формуванню сильної втоми, залишаються неврахованими або штучно занижується їхня роль.

Напруженість праці робітників оцінюється тільки за трьома показниками:

- тривалість зосередження уваги або щільність сигналів, що переробляються (на вибір дослідника);
- ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб або ступінь відповідальності за життя інших осіб;
- робота у нічний час.

Як видно з переліку цих параметрів, вони в основному не торкаються більшості з раніше перерахованих факторів, що обумовлюють стресові реакції. Друга характеристика також виявляється малоприматною, оскільки не дається методика оцінки підвищеної відповідальності або взагалі відповідальність працівника. Інший параметр емоційної напруги пов'язаний з ризиком для власного життя або життя інших людей. Оскільки в будь-якій професії такий ризик імовірний (хоча й має дуже маленьку величину), то диференціювати працівників по цьому параметру неможливо. Третя характеристика надзвичайно важлива для оцінки напруженості праці, але робота в нічну зміну може бути дуже монотонною або супроводжуватися різноманітними активними діями. І в тому й в іншому випадку напруженість праці потрібно оцінювати за додатковими параметрами.

Згідно з останніми дослідженнями у країнах ЄС, понад 40 млн осіб страждають від виробничого стресу, а економічні втрати, пов'язані з виконанням роботи працівниками у стані депресії, сягають 617 млн євро на рік.

Таким чином слід виділити декілька важливих аспектів оцінки рівня напруженості праці.

По-перше, ця оцінка праці стає більш актуальною, оскільки значно зросли чисельність і різноманітність контингенту, для якого вона вкрай необхідна для захисту професійної діяльності.

По-друге, необхідно константувати явну недосконалість нормативних документів, згідно з якими здійснюється оцінка напруженості праці.

По-третє, при оцінці напруженості праці обов'язково слід враховувати ефект сполучної дії факторів, що формують стрес, а не вважати дію факторів адитивною.

По-четверте, необхідно визнати, що дія факторів, що сприяють розвитку високої напруженості праці, в окремих випадках може бути настільки значною, що таку працю слід визнати екстремальною [5].

Навантаження на зоровий аналізатор в нормативному документі [1] зовсім не класифікують, але при визначенні умов праці за параметрами штучного світлового середовища умови праці вже є шкідливими (табл. 1).

Таблиця 1 – Оцінка умов праці для робітників із сенсорним навантаженням за показниками напруженості праці та світлового середовища

| № з/п | Показник напруженості трудового процесу та світлового середовища | Класи умов праці | | | | Оцінка умов праці |
|-------|--|--|--|--|---|-------------------|
| | | оптимальний (напруженість праці легкого ступеня) | допустимий (напруженість праці середнього ступеня) | шкідливий (напружена праця) | | |
| | | 1 | 2 | 3.1 | 3.2 | |
| 1 | Тривалість зосередження уваги | До 50 % від часу зміни | 51-75 % від часу зміни | Більше 75% від часу зміни | - | 3.1 |
| 2 | Щільність сигналів (світлових) та повідомлень | До 150 в середньому за 1 годину роботи | 151-300 в середньому за 1 годину роботи | Більше 300 в середньому за 1 годину роботи | - | 3.1 |
| 3 | Навантаження на зоровий аналізатор | - | - | - | - | Не враховано |
| 4 | Показник світлового середовища | Природне освітлення | Природне і штучне освітлення | Нижчий за нормований рівень (нижче 10%) | Відсутність природного освітлення протягом 90% часу | 3.2 |

Світлове середовище. На сьогоднішній день штучне освітлення України є енергозатратним. Як внаслідок, вже в існуючих світлотехнічних установках використовують застарілі, зношені світлові прилади із низькоефективними джерелами світла, що зумовлює нераціональне використання електричної енергії та низький рівень кількісних та якісних показників освітлювальних установок і як наслідок, не якісне світлове середовище робочих місць.

На підприємствах гірничої та будівельної індустрії для систем загального освітлення використовують лампи ДРЛ, для місцевого – світильники із застарілим джерелом. До того ж слід зазначити, що фактичне освітлення робочого місця робітника нижче за норму, що в поєднанні з недодержанням санітар-

них вимог щодо своєчасного очищення захисної арматури і заklenня вікон цеху може негативно впливати на органи зору працівників.

Світло є одним із важливіших чинників, що діють не тільки на функції зору працівника, але і на діяльність його організму в цілому. Відомо, що за недостатнім станом освітлення робочої зони відбувається швидке стомлення працівника, зниження продуктивності його праці, зростає потенційна небезпека помилкових дій та нещасних випадків. Встановлено, що до 20% травм спричиняє недостатнє або нераціональне освітлення робочих місць.

З урахування розглянутих чинників та санітарних вимог промислове освітлення (у тому числі і на підземних гірничих роботах) повинно забезпечувати як рівномірність освітленості, так і наблизений до природного спектральний склад світла та мінімальну втому зору; а також виключати можливість осліплювання та наявності робочої поверхні [1, 2].

Впровадження світлодіодних світильників (хоча для умов гірничої промисловості це потребуватиме подальших досліджень) суттєво підвищує рівномірність і стабільність освітлення робочої зони, додержує спектральний склад і кольорову гаму світла, що сприяє покращенню умов праці на підприємствах будівельної індустрії та зниженню ризиків нещасних випадків.

Встановлено, що використання світлодіодних світильників є можливим як у нагрівальному так і в охолоджувальному мікрокліматі [7].

Більше 90% інформації про навколишнє середовище людина отримує за допомогою зору, і саме тому світло настільки важливе. Але важливість світла не обмежується зоровою інформацією: з ним пов'язані ще і так звані невізуальні ефекти. Робітник отримує зорову інформацію за посередництвом рецепторів - паличок і колбочок, які відомі вже давно, тоді як незорову інформацію тіло людини отримує за посередництвом «рецепторів третього роду».

Біоритми людини регулюються гормонами. Найбільш важливими в цьому відношенні гормонами є мелатонін і кортизол. Кортизол впливає на багато функцій, зокрема, на метаболізм і імунітет. Концентрація кортизолу максимальна вранці, в періоди найбільшої зайнятості і в стресових ситуаціях. Цей гормон часто називають гормоном стресу (stress hormone), що посилює напруженість праці.

Виділення гормонів «синхронізовано» зі світлом, який щодня впливає на людину. Якщо в очі людини в потрібний момент не надходить необхідна кількість певного спектру світла, з'являється безсоння, втома і перепади настрою, а згодом може привести до хронічних захворювань.

Саме центральна нервова система регулює добові цикли паракринної і ендокринної систем. Відомо, що, крім іншого, мелатонін перешкоджає пошкодженню ДНК канцерогенними речовинами, зупиняючи дію них щодо утворення ракових пухлин.

Пригнічення секреції мелатоніну майже лінійно посилюється в міру зростання Тц у всіх досліджуваних типів джерел світла. Монохроматичні джерела світла чинять найменший вплив, тоді як має найбільшу Тц (9584 К) світлодіод-

не освітлення має найбільший вплив [8]. Оскільки робітники мають різний вік, то необхідно це враховувати.

У міру старіння відбувається безперервне погіршення зору. Ця обставина була врахована в Європейському стандарті EN 12464-1, який вказує, що необхідний рівень освітленості слід збільшувати, якщо можливості зорової системи працівника виявляються нижче норми. Однак при проектуванні освітлення це вимога часто ігнорується: освітленість зменшують до мінімального дозволеного рівня, а значення параметрів технічного стану необгрунтовано завищують. Це особливо часто відбувається в період посилення вимог щодо економії витрачається на освітлення енергії.

Наряду із зоровим комфортом, зорова працездатність є одним з найбільш важливих факторів, що розглядаються в Європейських стандартах, таких як EN 12464 (робочі місця). У наукових дослідженнях еквівалентами зорової працездатності є гострота зору, контрастна чутливість і швидкість виявлення або їх поєднання.

У міру старіння змінюються як функціональність очей, так і поведінка людей. Це пов'язано з негативним впливом старіння на зорову працездатність і на незримий вплив світла, що виражається в зменшенні коефіцієнта пропускання очного середовища та ін. [9-11].

При оцінці якості освітлення і вироботки компромісу між енергозаощадженням і якістю освітлення необхідно враховувати фотобіологічний вплив світла. При цьому слід базуватися на результатах новіших медикобіологічних досліджень, що продемонстрували важливу роль фоточутливих гангліозних клітин сітківки. Необхідно також ще раз повернутися до питання небезпеки синього кольору.

Вікове погіршення зорової працездатності можна кількісно виразити за допомогою звичайних фотометричних величин, помножених на залежний від віку коефіцієнт ослаблення w_{age} . Це означає, що для людини певного віку реальна ефективна освітленість буде дорівнює $E_{age} = E \cdot w_{age}$. Для компенсації пов'язаних з віком втрат світла обов'язкові мінімальні нижні межі фотометричних величин (таких, як наведені в EN 12464-1 значення підтримуємих рівнів освітленості) слід множити на коефіцієнт $1/w_{age}$.

З появою яскравих світлодіодів було піднято питання про безпеку подібних джерел світла для сітківки і про «небезпеку синього світла». Дві технології освітлення створюють гібридну систему, що дозволяє використовувати її економічну перевагу: помітне скорочення витрати енергії на освітлення при практичній відсутності тепловтрат і теплопроникнення через світлопройому.

Світлодіодне освітлення має свою специфіку, яка відрізняє їх від всіх типів традиційних джерел світла. Так, для найбільш поширених зараз білих люмінофорних світлодіодів характерна наявність сильної блакитної смуги з піковою

довжиною хвилі $\lambda_{max} \approx 450-460$ нм і дефіцит випромінювання в червоній області (630-750 нм). Використання ж білих світлодіодів на основі принципу кольорозмішування (RGB) вперше в практиці освітлення дозволяє реалізовувати ди-

намічне управління спектром (кольором) випромінювання - «розумне світло» - з новими можливостями впливу на біологічні процеси в організмі людини (рис.2).



Рисунок 2 – Система управління освітленням

Застосовувані світлодіоди мають різну кольорову температуру (для створення бажаної спектральної гами) і управляються системою таким чином, щоб їх робоче навантаження не перевищує 75% від номіналу, щоб гарантувати тривалий термін служби і скоротити до мінімуму необхідність обслуговування. Вимірювання та налаштування, які здійснюються сенсорним датчиком, з одного боку, забезпечують необхідний рівень освітленості, а з іншого - обумовлюють економію енергії, що споживається.

Висновки.

1. При модернізації виробництва на умови праці робітників, що контролюють та управляють технологічним процесом, більш впливають фактори трудового процесу. В першу чергу це напруженість праці, яка характеризується змістом роботи, сенсорним навантаженням та сприйманням сигналів (інформації) та їх оцінкою.

2. Взаємний вплив показників світлового середовища та напруженості праці в нормативних документах не враховано з позиції навантаження на зоровий аналізатор.

3. Критерії оцінки за показниками світлового середовища при штучному освітленні робочого місця протягом 8 годин відносяться до шкідливих умов праці, які потребують розробку заходів щодо доведення їх до допустимих.

4. При аналізі світлового середовища та встановлення класу умов праці необхідно враховувати розумове навантаження та віковий діапазон робітників.

5. При оцінці якості освітлення робочого місця необхідно враховувати фотобіологічний вплив світла і його взаємодію з напруженістю праці.

6. Світлодіодне освітлення відрізняється від всіх типів традиційних джерел світла і дозволяє створити динамічне освітлення з новими можливостями впливу на біологічні процеси в організмі людини, тому вплив світлодіодного освітлення на зорову працездатність робітників дає підставу щодо подальшого дослідження процесів взаємодії напруженості праці та якості штучного світлового

середовища. Хоча, як вже відмічалось, у шахтних умовах використання нового типу освітлення потребує додаткового вивчення особливостей його взаємодії з іншими шкідливими факторами промислового середовища.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСНтаП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248 – Режим доступу: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>.
2. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. – Мінбуд України. : Київ, 2006. – 76 с. – Режим доступу: <https://www.sunpower.ua/cp37498-dbn-v25-28-2006-prirodne--shtuchne-osvtlennya.html>.
3. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Мінрегіон України. : Київ, 2013. – 141 с. – Режим доступу: https://www.teplydim.com.ua/static/storage/filesfiles/DBN_V_2_5-67_2013.pdf.
4. Орехова, О. Вимірюємо напруженість праці / О. Орехова, О. Павленко // Охорона праці – Київ. 2016 - № 9 – С. 48-51.
5. Кальниш, В. Стрес на робочому місці і проблема напруженості праці // Охорона праці – Київ. 2016. - № 6 – С. 39-41.
6. Третяков, О.В. Охорона праці: навчальний посібник / О.В. Третяков, В.В. Зацарний, В.Л. Безсонний; під ред. К.Н. Ткачука. – Київ : Знання, 2010. – 167 с.
7. Покращення умов праці у металургії за рахунок раціонального освітлення / О.О. Єр'омін, Ю.М. Радченко, О.В. Біла О.В. [та ін.] // Металургія – Дніпропетровськ, 2015. – Вип. 1 (33) – С. 100-103.
8. Бижак, Г. Спектры излучения светодиодов и спектр действия для подавления секреции мелатонина / Г. Бижак, М.Б. Коба // Светотехника – Москва. 2012. № 3 – С. 11-16.
9. Van de Kraatz J, van Norren D. Optical density of the aging human ocular media in the visible and UV // J. Opt.Soc. Am. A.- 2007.V.24 №7. – P.1842-1857.
10. Ширц К. Освещение для пожилых людей: физиологические основы и их следствия // Светотехника – Москва. 2011. № 2 – С. 29-35.
11. CIE: Guidelines for Accessibility – Visibility and lighting Guidelines for Older Persons and Persons with Disabilities. Draft No.4 – 2007.

REFERENCES

1. Ministry of Health of Ukraine (2014), DSNтаP "Hygienic classification of work in terms of hazard and danger environment factors, severity and intensity of the work process", Available at: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>.
2. Minbuild of Ukraine (2006), «DBN V.2.5-28-2006. Natural and artificial lighting.», Available at: <https://www.sunpower.ua/cp37498-dbn-v25-28-2006-prirodne--shtuchne-osvtlennya.html>.
3. Regional Development of Ukraine (2013), «DBN V.2.5-67: 2013 Heating, ventilation and air conditioning», Available at: https://www.teplydim.com.ua/static/storage/filesfiles/DBN_V_2_5-67_2013.pdf.
4. Orekyova, O. and Pavlenko, O. (2016), «We measure tension of labour», *Labour protection*, no, 9, pp. 48-51.
5. Kalnysh, V. (2016), «Stress in the workplace and the labor intensity problem», *Labour protection*, no. 6, pp. 39-41.
6. Tretyakov, A.V., Zatsarniy, V.V. and Bezsonniy, V.K. (2010), *Okhorona pratsi: navchalny iosibnyk* [Labour protection: train aid], Knowledge, Kiev, UA
7. Eremin, A.A., Radchenko, Yu.M., Bila, O.V. [and others] (2015), «Improving working conditions in the industry through sustainable lighting», *Metallurgy*, - Vol. 1 (33) - pp. 100-103.
8. Bizhak, G.and Koba, M.B (2012), «Spectrums of radiation of light-emitting diodes and spectrum of action for suppression of secretion of melatonin», *Lightning technology*, no. 3, pp. 11-16.
9. Van de Kraatz J, van Norren D. (2007), «Optical density of the aging human ocular media in the visible and UV», *J. Opt.Soc. Am. A.*, Vol. 24, no.7, pp.1842-1857.
10. Shirts K. (2011), «Lighting for the elderly: physiological basis and their consequences», *Lightning technology*, no. 2, pp 29-35.
11. CIE: Guidelines for Accessibility – Visibility and lighting Guidelines for Older Persons and Persons with Disabilities, *Draft*, no.4, pp. 25-38..

Про авторів

Рабіч Олена Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ДВНЗ ПДАБА), Дніпропетровськ, Україна, Elena.rabich@gmail.com.

Чумак Лариса Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра вищої математики, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ДВНЗ ПДАБА), Дніпропетровськ, Україна, gurchum@gmail.com.

Мещерякова Ірина Вікторівна, аспірант, кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ДВНЗ ПДАБА), Дніпропетровськ, Україна, IrinaViktorovnaM@mail.ua.

About the authors

Rabich Olena Viktorivna, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Associate Professor, Life Safety Department of the State Higher Education Institution «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture» (SHEI PSACEA), Dnipropetrovsk, Ukraine, Elena.rabich@gmail.com.

Chumak Larisa Oleksandrivna, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Associate Professor, Life Safety Department of the State Higher Education Institution «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture» (SHEI PSACEA), Dnipropetrovsk, Ukraine, gurchum@gmail.com.

Mescheryakova Iryna Viktorivna, Doctoral Student, Life Safety Department of the State Higher Education Institution «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture» (SHEI PSACEA), Dnipropetrovsk, Ukraine, IrinaViktorovnaM@mail.ua.

Аннотация. Анализ условий труда рабочих при модернизации производства показал, что в первую очередь это напряженность труда, которая характеризуется содержанием работы, сенсорными нагрузками, восприятием сигналов (информации) и их оценкой. В полной мере это относится и к горному производству. Взаимное влияние показателей световой среды и напряженности труда в нормативных документах не учтено с позиции нагрузки на зрительный анализатор. Критерии оценки по показателям световой среды при искусственном освещении рабоче-го места в течение 8 часов относятся к вредным условиям труда, которые требуют разработку мероприятий по доведению их к допустимым. При анализе световой среды и установлении класса условий труда необходимо учитывать умственную нагрузку и возрастной диапазон рабочих. При оценке качества освещения рабочего места необходимо учитывать фотобиологическое влияние света и его взаимодействие с напряженностью труда. Светодиодное освещение отличается от всех типов традиционных источников света и позволяет создать динамическое освещение с новыми возможностями влияния на биологические процессы в организме человека, поэтому влияние светодиодного освещения на зрительную работоспособность работников дает основание по дальнейшему исследованию процессов взаимодействия напряженности труда и качества искусственной световой среды.

Ключевые слова: условия труда, напряженность труда, световая среда, светодиодное освещение.

Abstract. Analysis of working conditions during modernization of production showed that in the first place is intensity of job, which is characterized by the job content, sensory loads, perception of signals (information) and their evaluation. To a full degree it behaves to mine production. Mutual influence of the environment light indicators of and labor intensity in the regulations is not considered in terms of load on visual analyzer. Evaluation criteria for working places light indexes for the environment with artificial lighting in the first 8 hours refer to harmful working conditions that require elaborations of measures aimed at bringing them to acceptable level. During the analysis of light environment and establishment of a class of working conditions mental load and age range of workers must be taken into account. While assessing quality of the workplace lighting, it is necessary to consider some fotobiological effect of light and its interaction with labor intensity. The LED lighting differs from any other types of traditional light sources and allows to create dynamic lighting with new possibilities and to influence biological processes in human body, so the impact

of the LED lighting on the staff's visual performance creates a basis for further investigation of interdependence between work intensity and quality of artificial light environment.

Key words. working conditions, work intensity, light environment, LED lighting.

Статья поступила в редакцию

Рекомендована к печати д-ром техн. наук Т.В. Бунько

УДК [622.817.47:533.6].001.24

Новиков Л.А., магистр
(ИГТМ НАН Украины)

ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ УЧАСТКОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ СО СКОПЛЕНИЯМИ КОНДЕНСАТА

Новіков Л.А., магістр
(ИГТМ НАН України)

ГАЗОДИНАМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ДІЛЬНИЧНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ЗІ СКУПЧЕННЯМИ КОНДЕНСАТУ

Novikov L.A., Master of Science
(IGTM NAS of Ukraine)

GAS-DYNAMIC PARAMETERS OF THE DISTRICT PIPELINES WITH CONDENSATE ACCUMULATIONS

Аннотация. Рассмотрено изменение объемного расхода газовой смеси и концентрации метана на участках вакуумной газопроводной сети и в ее узлах с учетом подсосов воздуха через фланцевые соединений труб. Рассмотрено соотношение для определения плотности газовой смеси по известным значениям объемных долей ее компонентов. Предложена зависимость площади проходного сечения трубопровода в местах образования скоплений конденсата от уровня жидкости в наиболее суженной части трубопровода. При проведении газодинамических расчетов дегазационных трубопроводов со скоплениями конденсата предложено величину абсолютной эквивалентной шероховатости внутренней поверхности трубопровода принимать такой же, как и у труб после длительного периода эксплуатации. Показан характер изменения абсолютного давления газовой смеси по длине негерметичного трубопровода с местными отложениями, а также представлена зависимость турбулентной составляющей аэродинамического сопротивления этого трубопровода от абсолютной эквивалентной шероховатости его внутренней поверхности.

Ключевые слова: газовая смесь, дегазационный трубопровод, газопроводная сеть, аэродинамическое сопротивление, скопление конденсата.

При длительной эксплуатации шахтных дегазационных трубопроводов возникает необходимость в замене их отдельных участков, что связано с образованием скопления пыли и влаги, коррозией внутренней поверхности трубопровода, а также меняющимися во времени горно-геологическими и горнотехническими условиями. В частности, образование скоплений конденсата на участках

© Л.А. Новиков, 2016

вакуумной газопроводной сети приводит к колебаниям объемного расхода газовой смеси, потерям разряжения и увеличению аэродинамического сопротив-