

ШЛЯХИ БЕЗПЕЧНОЇ ЕВАКУАЦІЇ ТВАРИН ПІД ЧАС ПОЖЕЖ В БУДІВЛЯХ ТВАРИНИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ

У статті наведено методику вивчення поведінки тварин в початковій стадії розвитку пожежі. Визначено залежності параметрів руху тварин від щільності потоків, виду та віку тварин, ширини евакуаційних виходів. Уточнено вихідні дані для розрахунку допустимого часу евакуації за ознакою появи небезпечних факторів пожежі. Запропоновано рекомендації щодо нормування параметрів руху тварин, допустимо часу евакуації з тваринницьких будівель та технічні рішення, які забезпечують безпеку тварин при пожежах.

Ключові слова: пожежна безпека, димоутворююча здатність, евакуація тварин, небезпечні фактори пожежі.

Стан проблеми. Виникнення пожеж в тваринницьких комплексах часто призводить до загибелі великої кількості тварин, оскільки безпека пожежі для життя тварин і руйнації будівельних конструкцій та інженерного обладнання характеризується різними показниками. Зокрема, при пожежі температура повітря 70°C для тварин є смертельною, а дерев'яні, сталі залізобетонні конструкції та обладнання, загоряються або втрачають свою стійкість при температурі $300-600^{\circ}\text{C}$. Зниження концентрації кисню, утворення токсичних продуктів горіння, задимлення шляхів евакуації становлять смертельну небезпеку для тварин. Навіть короточасна пожежа тривалістю 3-5 хвилин небезпечна для тварин, які знаходяться в тваринницьких комплексах. В чинних нормативних документах (будівельних нормах, нормах технологічного проектування) недостатньо висвітлені питання застосування технічних засобів щодо забезпечення безпеки тварин під час пожеж у тваринницьких комплексах.

Викладення основного матеріалу. За основу забезпечення безпеки тварин при пожежах в будівлях сучасних тваринницьких комплексів прийнято таку умову безпеки:

$$\tau_{\text{факт}} \leq \tau_{\text{доп}} \quad (1)$$

де $\tau_{\text{факт}}$ – фактичний (розрахунковий) час евакуації тварин в приміщення або будівлі, хв;
 $\tau_{\text{доп}}$ – допустимий (нормативний) час евакуації тварин, хв.

Сутність цієї умови полягає в тому, що евакуація тварин повинна бути завершена до утворення в приміщенні небезпечних для життя тварин факторів пожежі.

Відповідно до наведеної умови безпеки дослідження щодо захисту тварин необхідно спрямовувати за двома напрямками:

- 1) вивчення закономірності руху великої кількості тварин, тому що параметри руху тварин визначаються фактичним часом їх евакуації;
- 2) вивчення початкової стадії розвитку пожежі в тваринницьких комплексах для визначення часу утворення небезпечних для життя тварин факторів пожежі.

У забезпеченні успішної евакуації тварин при пожежі в тваринницьких комплексах, вирішальну роль відіграє поведінка тварин в умовах початкової стадії розвитку пожежі, їх реакція на джерело небезпеки. Відомо, що забезпечення безпеки тварин та їх евакуація при масовому утриманні практично нездійсненна, і усі зусилля в цьому напрямку навряд чи можна вважати ефективними. За іншими даними, успішна евакуація тварин при виникненні пожежі в тваринницькому комплексі можлива, тому що тварини мають вроджений умовний рефлекс до самостійного руху із приміщень при появі певних зовнішніх подразників (звукових або світлових сигналів).

За допомогою проведених досліджень встановлено, що поведінка тварин у початковій стадії розвитку пожежі залежить від способу їх утримання та виду поголів'я. При вигульній системі утримання у тварин виробляється умовний рефлекс реагування на конкретні сигнали (звуки ланцюгів, що падають, або хвірток, які відкриваються) покинути приміщення. Тому короточасний проект евакуації певної кількості поголів'я під час пожежі може бути здійсненим навіть незначною кількістю обслуговуючого персоналу, роль якого полягає у вчасному звільненні тварин від прив'язу та відкривання хвірток, воріт або дверей. При безвигульній системі утримання інстинкт самозбереження спонукає велику рогату худобу згуртовуватися в стадо та відійти від осередку небезпеки. Свині, які утримуються безвигульно, на початковій стадії пожежі практично не реагують на джерело небезпеки. Для евакуації тварин, які утримуються безвигульно, необхідна значна кількість людей. У ході дослідів щодо поведінки тварин проводився хронометраж часу, необхідний обслуговуючому персоналу для проведення евакуації тварин (рух від чергового приміщення до секції з тваринами, звільнення тварин від прив'язу, відкривання хвірток, зовнішніх воріт будівлі та ін.). На основі цього хрометражу було обґрунтовано час від початку пожежі до початку евакуації тварин із тваринницьких комплексів різних об'ємів. Проведені спостереження підвели до висновку про можливість та необхідність евакуації тварин із палаючих будівель до утворення небезпечних факторів пожежі для їх життя.

Параметри руху тварин досліджували двома методами: візуально та за допомогою фотозйомки. Сутність візуального методу полягає в тому, що на попередньо вибраних досліджених ділянках певних розмірів спостерігачі підраховували, яка кількість тварин проходить, секундомірами фіксували час їх руху та заповнювали протоколи спостереження.

При застосуванні кінофотометоду процес руху тварин через дослідну ділянку знімався на кіно- або фотоплівку. При цьому кіноапарат працював безперервно, а спуск затвору фотоапарата здійснювався через кожні 4 секунди. Отримані результати дозволили фіксувати кількість та положення тварин на ділянці як в окремі проміжки часу, так і протягом усього досліду.

На основі протоколів візуальних спостережень кінофотографами визначились параметри руху тварин. Щільність потоків D гол/м² визначаємо шляхом розподілу кількості тварин N на площу дослідної ділянки довжиною l та шириною B за формулою:

$$D = \frac{N}{lB} \quad (2)$$

Поділом довжини дослідної ділянки l на визначений час τ знаходилась швидкість руху тварин V м/хв, яка відповідала певній щільності потоку в даний проміжок часу.

Питому пропускну здатність евакуаційного виходу q [гол/м·хв] визначимо, виходячи з кількості тварин N , які знаходилися на дослідній ділянці перед виходом шириною δ , а також часу τ через отвір виходу:

$$q = \frac{N}{\delta\tau} \quad (3)$$

Проведені дослідження показали, що швидкість руху тварин та пропускну здатність виходів залежать від щільності потоку тварин. При незначній щільності потоку швидкість руху тварин може сягати значних величин, а пропускну спроможність евакуаційних виходів характеризується мінімальними значеннями.

При збільшенні щільності потоку швидкість руху тварин знижується, а пропускну здатність зменшується. Найбільш небезпечним є рух тварин в потоках з граничними щільностями. В цих умовах швидкість руху тварин набуває мінімальних значень, а в отворах евакуаційних виходів можливе закупорення потоку тварин. Рух тварин, які намагаються покинути небезпечну зону та спроби людей швидше їх вигнати із будівлі, є найбільш притаманним в умовах пожежі.

Крім цього, досліді показали, що швидкість руху тварин в потоках з граничними щільностями залежить від їх віку. Із збільшенням віку збільшується швидкість руху тварин. При

наявності звужень на шляхах евакуації швидкість руху великої рогатої худоби та свиней усіх вікових груп падає. Швидкість руху тварин при граничній швидкості потоку регулюється пропускною здатністю евакуаційного виходу та залежить від співвідношення ширини виходу δ до ширини потоку тварин B .

Швидкість руху тварин та питома пропускна здатність евакуаційних виходів зв'язані між собою умовою рівностей мас, запропонованими професором В.М. Предтеченським:

$$qr \delta R = qR + 1 \delta R + 1 \quad (4-5)$$

де $q R$ та $q R + 1$ – питома пропускна здатність ($q = VD$) попередньої та наступної ділянки шляху евакуації, гол./м·хв;

δR та $\delta R + 1$ – ширина попередньої та наступної ділянок шляху, м.

Перевірка дослідних даних за допомогою визначеної умови показала позитивну тенденцію результатів експериментів із розрахунковими даними. Похибка розрахункових даних порівняно з експериментальними дослідженнями становила не більше 10%.

Рекомендовані для нормування параметри руху великої рогатої худоби та свиней основних вікових груп (при відсутності звужень на шляхах евакуації) наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Рекомендовані для нормування параметри руху тварин

Вид тварин	Швидкість руху тварин, м/хв	Питома пропускна здатність евакуаційних виходів, гол./м·хв
Корови	40	30
Молодняк великої рогатої худоби	30	50
Телята	20	75
Свиноматки	35	60
Поросята	25	200

Визначалась також димоутворююча властивість матеріалів, які застосовуються в тваринницьких комплексах. Для визначення димоутворюючої властивості використовувався оптичний метод. Було вибрано таку схему газообміну, при якій один отвір (вікно) повністю працював на витяжку, а другий (двері) – на приплив. У припливному отворі встановлювались крильчаті анемометри, які заміряли через кожну хвилину швидкість руху повітря, що поступало. За отриманими даними визначили об'єм повітря, що поступало, та диму, що виходив з приміщення. В центрі витяжного отвору встановлювалась газовідбірна трубка, приєднана до спеціально сконструйованого димоміру.

При проходженні диму різної щільності через димомір змінювалась сила освітлення. За показами димоміру знімалися величини, які характеризують силу світла, яке проходить через шар диму. На основі цих даних, за формулою Бугера для кожного моменту часу розраховувався коефіцієнт поглинання диму, від якого залежить відстань, на яку забезпечується видимість при пожежі.

Отриманні дані дозволили розрахувати величину питомого об'єму, утвореного диму, під час горіння матеріалів:

$$W_d = \frac{\Delta W_y}{\Delta G} \mu_{cp} \quad (6)$$

де W_d – питомий об'єм утвореного диму, м³/кг·м;

ΔW_y – об'єм диму, який видаляється з приміщення, м³;

ΔG – втрата маси горючих матеріалів, кг;

μ_{cp} – середня величина коефіцієнта поглинання за відрізок часу.

У ході дослідів було отримано нові дані про димоутворюючу властивість матеріалів, які використовуються в тваринницьких приміщеннях. Так, один кілограм сіна або соломи

12% вологістю виділяє під час горіння таку кількість продуктів повного, або не повного згорання, яка здатна задимлювати приміщення об'ємом до 450 м³ до повної втрати видимості.

Досліди на фрагменті показали, що під час пожеж, в першу чергу, температура підіймається до небезпечних величин, і приміщення (при відсутності ефективного димовидалення) повністю задимлюється. Тому розрахунок допустимого часу евакуації тварин здійснюється за ознакою появи небезпечних температур та зниження видимості.

Розрахунок допустимого часу евакуації тварин проводиться згідно з балансовим рівнянням, запропонованим Ройтманом М.Я.

У ході розрахунків значення масової швидкості вигорання матеріалів – n , лінійної швидкості розповсюдження полум'я – V_n , та питомого об'єму утворення диму – W_d , приймались на основі дослідних даних, а інші вихідні дані для розрахунку – $\tau_{доп}$ – за літературними джерелами.

Розрахунки були виконані для тваринницьких приміщень об'ємом 4,8, 12 та 16 тис. м³.

Рекомендований час для евакуації тварин наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Допустимий час евакуації тварин

Об'єм приміщення, м ³	400	800	1200	1600
Час евакуації, хв	2,5	3,5	4,5	5,5

З метою захисту тварин, необхідно визначити напрямки технічних та організаційних рішень, спрямованих на обмеження впливу небезпечних факторів пожежі та швидкої евакуації тварин у будівлях тваринницьких комплексів. Захист тварин під час пожеж здійснюється системами із запобігання пожеж, облаштуванням евакуаційних шляхів та виходів, конструктивно-планувальними рішеннями, протидимним захистом та організаційними заходами. Система евакуаційних шляхів та виходів повинна забезпечувати евакуацію тварин із секцій, де виникла пожежа, протягом певного часу. Довжина евакуаційних шляхів $l_{внм}$ та ширину евакуаційних виходів $\Sigma \delta_{внм}$, у тваринницьких комплексах пропонується визначати розрахунком, виходячи із швидкості руху тварин V , питомою пропускною здатністю виходів q , кількістю тварин N , необхідним часом евакуації $\tau_{доп}$ та часу до початку евакуації τ_0 :

$$l_{внм} = V(\tau_{доп} - \tau_0) \quad (7)$$

$$\Sigma \delta_{внм} = \frac{N}{q(\tau_{доп} - \tau_0)} \quad (8)$$

Система конструктивно-планувальних рішень повинна забезпечувати планомірний та організований рух тварин з палаючих приміщень. У зв'язку з цим велике значення має нормування поняття евакуаційного виходу для тварин, мінімальні та максимальні розміри евакуаційних воріт та дверей, недопустимість зустрічного та пересічних потоків тварин, крутих поворотів евакуаційних шляхів та інших обставин, які можуть сповільнювати рух тварин або повністю його зупинити.

Особливо гостро стоїть питання забезпечення безпеки тварин, евакуацію яких за певних обставин провести неможливо (свиноматки з приплодом, поросята на безвигульному утриманні, відгодовуване поголів'я свиней на багатоярусоному утриманні).

Таким чином конструктивні, планувальні та організаційні рішення в необхідно спрямовувати на протипожежний захист тварин так, щоб збитки від їх загибелі були мінімальними (зменшення кількості секцій з тваринами, застосування автоматичних систем пожежогасіння, виключання застосування горючої підстилки, ізоляція від можливих джерел задимлення, застосування негорючих конструкцій та ін.).

Система протидимного захисту будівель сучасних тваринницьких комплексів повинна забезпечити: поділ тваринницьких будівель на секції залежно від їх площі, виду та кількості; ізоля-

цію пожежонебезпечних приміщень, а також приміщень іншого функціонального призначення, від призначених для утримування тварин приміщень; облаштування системами димовидалення.

Система організаційних заходів щодо забезпечення безпеки тварин при пожежах в тваринницьких комплексах повинна включати організацію добровільних пожежних формувань тваринницьких комплексів; навчання обслуговуючого персоналу комплексів правилам пожежної безпеки; розробку планів евакуації тварин та регулярне відпрацювання їх в денний та нічний час; дотримання правил експлуатацій систем протипожежного захисту тварин та забезпечення надійності їх спрацювання у випадку виникнення пожежі.

Висновок: Таким чином, у результаті досліджень поведінки та параметрів руху великої рогатої худоби при виникненні пожеж на тваринницьких комплексах:

- визначено необхідний час від початку пожежі до початку руху тварин при їх вимушеній евакуації;
- доведена можливість та необхідність організованої евакуації тварин до утворення в приміщенні небезпечних факторів пожежі;
- розроблені рекомендації щодо забезпечення безпеки тварин при пожежах в тваринницьких комплексах.

Список літератури:

1. Ройтман М.Я. Пожарная профилактика в строительном деле, Москва, 1975р. – С.363– 397.
2. Зозуля В.М. Пожарная профилактика в промышленности и сельском хозяйстве / Н.К. Беспалый, Ф.Л. Логинов – Москва. Стройиздат, 1974р. – С. 363-370.
3. Ройтман М.Я. Исследование параметров движения свиней с целью обоснования размеров путей эвакуации в зданиях животноводческих комплексах; «Противопожарная техника и безопасность» ВИПТШ МВД СССР. М. 1978. Выпуск 6.
4. Ройтман М.Я. Защита животных при пожаре „Пожарное дело” 1978 №9
5. Ройтман М.Я. Нормирование в области обеспечения безопасной эвакуации животных на случай пожара „Проблемы пртивопожарной защиты зданий и сооружений” ВИПТШ МВД СССР – Москва – 1980, выпуск 3.
6. Пожежна безпека, Т. 14: Нормативно-правові акти п. 46 та інші документи . – : ДП НВП «Спецпожсервіс» – 2007р. – С. 362-387.

Ю.Е. Шелюх, канд. техн. наук (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)

ПУТИ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЖИВОТНЫХ ВО ВРЕМЯ ПОЖАРОВ В ЗДАНИЯХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

В статье приведена методика изучения поведения животных в начальной стадии развития пожара. Получены зависимости параметров движения животных от плотности потоков, вида и возраста животных, ширины эвакуационных выходов. Уточнены исходные данные для расчета допустимого времени эвакуации по признаку появления опасных температур. Предложены рекомендации по нормированию параметров движения животных, допустимого времени эвакуации, обеспечивающих безопасность животных при пожаре.

Ключевые слова: пожарная опасность, дымообразующая способность, эвакуация животных, опасные факторы пожара.

THE METHODS OF SAFE EVACUATION OF ANIMALS DURING THE FIRES IN BUILDINGS OF LIVESTOCK COMPLEXES

The article deals with the methods of investigation of animals behaviour in the initial stages of fire development. Dependence of the parameters from animals movement, flux density, type and age of animals, the width of the emergency exits is determined. The input data for calculation of the given time for evacuation due to the emergence sign of fire hazards are specified. The recommendations for the standardization of parameters of animals movement, time for evacuation from the buildings of livestock complexes and technical solutions to ensure the safety of animals in fires are supposed.

Key words: fire danger, smoke-forming ability, the evacuation of animals, fire hazards

