

ВІСНИК
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"

ISSN 2079-5459

Збірка наукових праць

9'2012

**Тематичний випуск "Нові рішення в сучасних
технологіях "**

Видання засноване Національним технічним університетом «ХПІ» в 2001 году

Держвидання

Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики

України КВ №5256 від 02.07.2001 р.

КООРДИНАЦІЙНА РАДА

Голова

Л.Л. Товажнянський, д-р техн. наук, проф.

Секретар координаційної ради

К.А. Горбунов, канд. техн. наук

Координаційна рада

А.П. Марченко, д-р техн. наук, проф.

Є.І Сокіл, д-р техн. наук, проф.

Е.Е. Олександров, д-р техн. наук, проф.

А.В. Бойко, д-р техн. наук, проф.

М.Д. Годлевський, д-р техн. наук, проф.

А.І. Грабчснко, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.

В.Д. Дмитрієнко, д-р техн. наук, проф.

І.Ф. Домнін, д-р техн. наук, проф.

В.В. Єпіфанов, канд. техн. наук проф.

Ю.І. Зайцев, канд. техн. наук, проф.

П.А. Качанов, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.

С.І. Кондрашев, д-р техн. наук, проф.

В.М. Кошельник, д-р техн. наук, проф.

В.І. Кравченко, д-р техн. наук, проф.

Г.В. Лісачук, д-р техн. наук, проф.

В.С. Лупіков, д-р техн. наук, проф.

О.К. Морачковський, д-р техн. наук, проф.

В.І. Ніколаєнко, канд. іст. наук, проф.

В.А. Пуляев, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.

Г.М. Сучков, д-р техн. наук, проф.

Ю.В. Тимофєєв, д-р техн. наук, проф.

Н.А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ответственный редактор

Е.І. Сокол, д-р техн. наук, проф.

Відповідальний секретар

Івахненко А.В. ст.викладач,

Коворотний Т.Л., асистент.,

Члени редколегії

Г.І. Львов, д-р техн. наук, проф.;

О.С. Куценко, д-р техн. наук, проф.;

Л.Г. Раскін, д-р техн. наук, проф.;

В.Я. Заруба, д-р техн. наук, проф.;

В.Я. Терзіян, д-р техн. наук, проф.;

М.Д. Узунян, д-р техн. наук, проф.;

Л.Л. Брагіна, д-р техн. наук, проф.;

В.І. Шустіков, д-р техн. наук, проф.;

В.І. Тошинський, д-р техн. наук, проф.;

Р.Д. Ситнік, д-р техн. наук, проф.;

В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.;

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.;

Н.Н. Олександров, д-р техн. наук, проф.;

В.Т. Долбня, д-р техн. наук, проф.;

Б.В. Кліменко, д-р техн. наук, проф.;

П.Г. Перерва, д-р екон. наук, проф.;

М.І. Погорелов, канд. екон. наук, проф.

АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ

61002, Харків, вул. Фрунзе, 21 НТУ
«ХПІ», РМУС Тел. (057) 707-60-40

Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях.- Харків: НТУ „ХПІ» -2012. - №9. - 156 с.

В сборнике представлены теоретические и практические результаты научных исследований и разработок, которые выполнены преподавателями высшей школы, аспирантами, научными сотрудниками, специалистами различных организаций и предприятий.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, специалистов

У збірнику представлені теоретичні та практичні результати наукових досліджень та розробок, що виконані викладачами вищої школи, аспірантами, науковими співробітниками, спеціалістами різних організацій та підприємств.

Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів, спеціалістів

Друкується за рішенням Вченої ради НТУ „ХПІ", Протокол №3 від 02.03.2012

Національний технічний університет „ХПІ" 2012

В. А. ЮРЧЕНКО, докт.техн.наук, проф., ХНАДУ, Харьков,
А. Ю. БАХАРЕВА, канд.техн.наук, ст.преп.,НТУ «ХПИ», Харьков,

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА, ПРИЧИНЯЕМОГО ПРОМЫШЛЕННЫМИ ГАЗООБРАЗНЫМИ ВЫБРОСАМИ ФОРМАЛЬДЕГИДА

Розраховано еколого-економічний збиток, що спричиняють газоподібні викиди формальдегіду.

Ключові слова: газоподібні викиди, формальдегід, концентрація, еколого-економічний збиток, біотехнологічний метод, потужність, нові технології.

Расчитан еколого-экономический ущерб, причиняемый газообразными выбросами формальдегида.

Ключевые слова: газообразные выбросы, формальдегид, концентрация, эколого-экономический ущерб, биотехнологический метод, мощность, новые технологии.

Ecological-economic losses from gasiform throw outs containing formaldehyde have been calculated.

Keywords: gasiform throw outs, formaldehyde, concentration, ecological-economic losses, biotechnological method, power, new technologies.

Газообразные выбросы многих химических предприятий и производств, в том числе производящих и перерабатывающих формальдегидные смолы, производящих синтетические жирные кислоты и синтетические материалы, содержат формальдегид – вещество 2-го класса опасности, официально признанное канцерогеном – в экологически опасных концентрациях. Так, концентрация формальдегида в газообразных выбросах некоторых химических производств достигает 50 мг/м^3 [1], что в 17000 раз превышает ПДК_{с.с.} для населенных мест по формальдегиду (ПДК_{с.с.}= $0,003 \text{ мг/м}^3$).

Глубокие деструктивные изменения в природных экосистемах, вызванные негативным влиянием антропогенных факторов, неминуемо приводят к негативным экономическим последствиям – повышенным материальным, трудовым и денежным затратам, направленным на проведение мероприятий по восстановлению, стабилизации и улучшению экологических условий [2]. Актуальной задачей, направленной на защиту природы от влияния негативных антропогенных факторов, является разработка новых и усовершенствование существующих технологий, направленных на детоксикацию опасных загрязнителей воздуха. При этом разрабатываемые технологии должны быть достаточно недорогими и обязательно экологически чистыми.

Было разработано технологическое предложение по биотехнологической анаэробной детоксикации формальдегида в газообразных выбросах химических производств [3]. На основании выполненных

экспериментальных исследований было установлено, что с помощью разработанного анаэробного процесса (который основан на детоксикации формальдегида в процессе денитрификации) можно снизить экологически опасную концентрацию формальдегида в газообразных выбросах до установленных норм ПДК [3].

По разработанным и переданным для внедрения ООО «Градиент Групп» и ООО «Гурман» (г. Харьков) рекомендациям, доведение концентрации формальдегида в газообразных выбросах до установленных норм ПДК осуществляется в биоскруббере, состоящем из двух аппаратов[3]:

– абсорбера, в котором формальдегид из поступающего газообразного выброса абсорбируется водой;

– емкости со свободноплавающим илом (перемешивание ила осуществляется с помощью эрлифта), в которой растворенный в воде формальдегид окисляется свободноплавающим денитрифицирующим микробиоценозом.

По сравнению с известным биотехнологическим методом детоксикации формальдегида в газообразных выбросах, который основан на использовании в биоскруббере (на стадии регенерации воды) аэробного процесса, разработанное технологическое предложение позволяет в 6 раз повысить скорость удаления формальдегида, уменьшить расход чистой воды на абсорбцию, снизить образование избыточного ила и энергозатраты (за счет исключения аэрационного оборудования) (рис. 1) [3].

Эффективность реализации разработанного экологически чистого биотехнологического метода анаэробной детоксикации формальдегида в газообразных выбросах, определили с помощью эколого-экономической оценки ущерба, наносимого сверхнормативными газообразными выбросами химических производств, содержащими формальдегид.

Целью эколого-экономической оценки разработанного технологического предложения является [2]:



Рис. 1. Биотехнологические методы снижения концентрации формальдегида в газообразных выбросах химических производств

-предупреждение негативного влияния производств на окружающую среду;

-комплексное эколого-экономическое обоснование разработанного технологического предложения по охране атмосферы от загрязнения формальдегидом.

Эколого-экономическую оценку ущерба, наносимого газообразными выбросами, содержащими формальдегид выполняли по методике [4], которая в настоящее время используется в Украине для оценки эколого-экономического ущерба, наносимого промышленными объектами природной среде.

1. Расчет сверхнормативной величины выброса формальдегида в атмосферный воздух.

Расчет сверхнормативного выброса формальдегида (M_{ϕ}) в тоннах осуществляется путем определения разницы между фактической и разрешенной мощностью выброса, с учетом времени работы источника в режиме сверхнормативного выброса [4]. Расчет осуществляется по формуле:

$$M_{\phi}=0,0036(V_{\phi}\cdot S_{\phi}- M_{\text{q}\phi})T, \quad (1)$$

где V_{ϕ} – объемный расход газового потока на выходе из источника, $\text{м}^3/\text{с}$;

S_{ϕ} – концентрация формальдегида, $\text{г}/\text{м}^3$;

$M_{\text{q}\phi}$ – мощность разрешенного выброса формальдегида по данному источнику, $\text{г}/\text{с}$, установленная разрешением на выброс;

T – время работы источника в режиме сверхнормативного выброса, ч.

Объемный расход газового потока на выходе из источника по данным [5] принимаем $V_{\phi}=0,04 \text{ м}^3/\text{с}$. Концентрацию формальдегида из источника принимаем $S_{\phi}=50 \text{ мг}/\text{м}^3$ ($0,05 \text{ г}/\text{м}^3$) [1]. Из формулы (1) $V_{\phi}\cdot S_{\phi}=0,04\cdot 0,05=0,002 \text{ г}/\text{с}=0,0534 \text{ т}/\text{год}$ – валовые выбросы по формальдегиду рассматриваемого базового химического предприятия.

Мощность разрешенного выброса формальдегида по данному источнику, установленную разрешением на выброс, определяем по формуле [6]:

$$M_{\text{q}\phi}= V_{\phi}\cdot \text{ПДК}_{\text{с.с.}\phi} \quad (2)$$

где V_{ϕ} – объемный расход газового потока на выходе из источника, $\text{м}^3/\text{с}$;
 $V_{\phi}=0,04 \text{ м}^3/\text{с}$;

$\text{ПДК}_{\text{с.с.}\phi}$ – предельно-допустимая концентрация по формальдегиду для населенных мест, $\text{г}/\text{м}^3$; $\text{ПДК}_{\text{с.с.}\phi}=0,003 \text{ мг}/\text{м}^3=0,000003 \text{ г}/\text{м}^3$.

$$M_{\text{q}\phi}=0,04\cdot 0,000003=0,0000012 \text{ г}/\text{с}.$$

Время работы источника в режиме сверхнормативного выброса рассматриваем как один астрономический год, т.е. 365 дней. Такая цифра принимается в том случае, когда неизвестны данные контроля по данному загрязнителю в течение года, но эта цифра не может превышать 365 дней, т.е. быть больше астрономического года [4]. Время работы источника в режиме сверхнормативного выброса (в ч.) при рассмотрении 3-х сменной работы предприятия составит:

$$T_1=24\cdot 365=8760 \text{ (ч)}.$$

Время работы источника в режиме сверхнормативного выброса (в ч.) при рассмотрении 2-х сменной работы предприятия:

$$T_1 = 24 \cdot 0,6 \cdot 365 = 5256 \text{ (ч)}$$

где 0,6 – 60% от 3-х сменной (круглосуточной) работы, т.е. переход к 2-х сменной работе.

По формуле 1 сверхнормативный выброс формальдегида в тоннах составит:

1). для трехсменной работы предприятия:

$$M_{\phi} = 0,0036 \cdot (0,002 - 0,00000012) \cdot 8760 = 0,06 \text{ (т)}$$

2). для двухсменной работы предприятия:

$$M_{\phi} = 0,0036 \cdot (0,002 - 0,00000012) \cdot 5256 = 0,04 \text{ (т)}$$

2. Расчет размеров компенсации убытков за сверхнормативный выброс формальдегида в атмосферный воздух.

Расчет ведется на основе размера минимальной заработной платы с учетом объема сверхнормативной величины выброса формальдегида и регулирующих коэффициентов [4]. Размер компенсации убытков в единицах национальной валюты (грн.) определяется по формуле:

$$Z_{\phi} = M_{\phi} \cdot 1,1П \cdot A_{\phi} \cdot K_{т} \cdot K_{з\phi} \quad (3)$$

где Z_{ϕ} – размер компенсации убытков, причиненных газообразными выбросами, содержащими формальдегид, грн.;

M_{ϕ} – масса формальдегида, которая выброшена в атмосферный воздух сверх нормы, т;

$1,1П$ – базовая ставка компенсации убытков в долях минимальной заработной платы (П) за одну тонну условного загрязняющего вещества на момент проверки, грн./т;

A_{ϕ} – безразмерный показатель относительной опасности формальдегида;

$K_{т}$ – коэффициент, который учитывает территориальные социально-экологические особенности;

$K_{з\phi}$ – коэффициент, который зависит от уровня загрязнения атмосферного воздуха населенного пункта формальдегидом.

Безразмерный показатель относительной опасности формальдегида (A_{ϕ}) определяется по следующей формуле:

$$A_{\phi} = \frac{1}{\text{ПДК}_{\text{с.с.ф.}}} \quad (4)$$

где $\text{ПДК}_{\text{с.с.ф.}}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация или ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) формальдегида, мг/м³; $\text{ПДК}_{\text{с.с.ф.}} = 0,003 \text{ мг/м}^3$.

$$A_{\phi} = \frac{1}{0,003} = 333,3.$$

Коэффициент, который учитывает территориальные социально-экологические особенности ($K_{т}$), зависит от численности жителей населенного пункта, его народнохозяйственного значения и рассчитывается по следующей формуле:

$$K_T = K_{\text{нас.}} \cdot K_{\text{ф}} \quad (5)$$

где $K_{\text{нас.}}$ – коэффициент, который зависит от численности жителей населенного пункта и определяется по табл. 6.1.

$K_{\text{ф}}$ – коэффициент, который учитывает народнохозяйственное значение населенного пункта и определяется по табл. 6.2.

Таблица 1. Значения коэффициентов, зависящих от численности жителей населенного пункта [4]

Численность населения, тыс. чел.	$K_{\text{нас.}}$
До 100	1,00
100,1-250	1,20
250,1-500	1,35
500,1-1000	1,55
более 1000	1,80

Принимаем $K_{\text{нас.}}=1,80$, а $K_{\text{ф}}=1,25$. Таким образом, по формуле (5):

$$K_T = 1,80 \cdot 1,25 = 2,25$$

Коэффициент, который зависит от уровня загрязнения атмосферного воздуха населенного пункта формальдегидом ($K_{\text{зф}}$), определяется по формуле:

$$K_{\text{зф}} = \frac{q}{\text{ПДК}_{\text{с.с.ф.}}} \quad (6)$$

где q – среднегодовая концентрация формальдегида по данным прямых инструментальных измерений на стационарных постах за предыдущий год, мг/м^3 .

Таблица 2. Значения коэффициентов, учитывающих народнохозяйственное значение населенного пункта [4]

Тип населенного пункта	$K_{\text{ф}}$
I. Организационно-хозяйственные и культурно-бытовые центры местного значения с преобладанием аграрно-промышленных функций (районные центры, города, поселки районного подчинения) и селя	1,00
II. Многофункциональные центры, центры с преобладанием промышленных и транспортных функций (областные центры, города областного подчинения, большие промышленные и транспортные узлы)	1,25
III. Центры с преимущественно рекреационными функциями	1,65

Среднегодовая концентрация формальдегида за 2006 году в городах Украины с большим количеством химических промышленных предприятий по данным прямых инструментальных измерений на стационарных постах [7] составила $q=0,006 \text{ мг/м}^3$.

$$K_{3\phi} = \frac{0,006}{0,003} = 2.$$

В случае, когда в данном населенном пункте инструментальные измерения данного загрязняющего вещества не проводятся или данные таких измерений неизвестны, то $K_{3\phi}=1$ [4].

По формуле (3) размер компенсации убытков, причиненных газообразными выбросами, содержащими формальдегид, составит:

1). для трехсменной работы предприятия при $K_{3\phi}=2$:

$$Z_{\phi}=0,06 \cdot 1,1 \cdot 922 \cdot 333,3 \cdot 2,25 \cdot 2 = 91269 \text{ грн.}$$

2). для двухсменной работы предприятия при $K_{3\phi}=2$:

$$Z_{\phi}=0,04 \cdot 1,1 \cdot 922 \cdot 333,3 \cdot 2,25 \cdot 2 = 60846 \text{ грн.}$$

3). для трехсменной работы предприятия при $K_{3\phi}=1$:

$$Z_{\phi}=0,06 \cdot 1,1 \cdot 922 \cdot 333,3 \cdot 2,25 \cdot 1 = 45634 \text{ грн.}$$

2). для двухсменной работы предприятия при $K_{3\phi}=1$:

$$Z_{\phi}=0,04 \cdot 1,1 \cdot 922 \cdot 333,3 \cdot 2,25 \cdot 1 = 30423 \text{ грн.}$$

Список литературы: 1. *Перчугов Г.Я.* Исследование возможности очистки воздуха от формальдегида биохимическим методом / Г.Я. Перчугов, Г.Д. Павлова, Г.Д. Грибкова // Тезисы докладов семинара «Обезвреживание отходов химических производств с использованием биологических систем», 5-10 декабря 1987 г., Донецк. – Черкассы: ОНИИТЭХИМ, 1987. – С. 5-6. 2. *Методичні вказівки з техніко-економічного обґрунтування курсових, бакалаврських та дипломних робіт за спеціальністю 8.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища» / Жадан Л.В., Заремська О.М., Шапорев В.П. та інші.* – Харків: НТУ «ХП», 2002. – 31 с. 3. *Бахарева А.Ю.* Экологически безопасные методы очистки газообразных промышленных выбросов от формальдегида и метана: Дис канд. техн. наук: 21.06.01 / Бахарева Анна Юрьевна. – Х., 2009. – 210 с. 4. *Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря: Збірник законодавчих, нормативно-методичних і інструкційних документів з питань охорони навколишнього природного середовища: Економічне регламентування природокористування: Затверджена Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 18 травня 1995 р. № 38 / Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України. – К., 1998. – 146 с. 5. *Беспамятнов Г.П.* ПДК вредных веществ в воздухе и воде / Беспамятнов Г.П. – Л.: «Химия», 1972. – 350 с. 6. *Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценка экономического ущерба, причиненному народному хозяйству загрязнением окружающей среды / Коллектив авторов.* – М.: Экономика, 1986. – 96 с. 7. *Агеева Ю.В.* Оценка фотохимического смога на загрязнение атмосферного воздуха г. Донецка формальдегидом: Магистерская выпускная работа: спец. «Управление экологической безопасностью» / Ю.В. Агеева. – Донецк: ДонНТУ, 2007. – 127 с.*

Поступила в редколлегию 15.02.2012

СОДЕРЖАНИЕ

М.О. Юрчук, І.М. Діордіца Формування структури середньозернистого твердого сплаву vc11 за температури існування рідкої фази	3
Н.В.Ширяева, К.В.Аврамов, Д.В.Бреславський, О.С. Галас Численный анализ нелинейных колебаний лопасти ветровой энергетической установки	10
Г.А. Крутиков, М.Г. Стрижак Определение областей устойчивости аналогового электропневматического преобразователя в пространстве его конструктивных параметров	14
Ю.В. Доценко, В.Ю. Селиверстов, В.В. Мацийчук, С.В. Малых Особенности оценки эффективности получения отливок способом литья под высоким давлением	21
И.Ш. Невлюдов, М.А. Проценко, И.С. Хатнюк, Л.С. Федосеев Использование метода планирования экспериментов при оптимизации процесса микромонтажа многослойных конструкций гибких коммутационных структур	30
В.И. Чимшир Динамика формирования целей управления процессами функционирования сложных систем в пространстве ситуаций	36
В.В. Рапин, А.И.Федюшин Влияние флуктуаций крутизны на информационный параметр сигнала синхронизированного автогенератора	40
А.А. Андрусевич, И.Ш. Невлюдов, И.В. Жарикова Методы мониторинга технологического оборудования при производстве радиоэлектронных средств	44
Е.В. Высоцкая, А.Н. Страшненко, С.А. Синенко, Ю.А. Демин Синтез математической модели диагностики первичной открытоугольной глаукомы	52
Н.В. Захарченко, Д.Ю. Ильин, С.В. Хомич, Ж.А. Торк Оценка параметров надежности многоканальных сегментов сложных информационных систем	58

Е. А. Гридина Анализ алгоритмов автоматического аннотирования текста на основании семантического представления	62
В.С. Бойко, Н.И. Сотник, И.Н.Сотник Повышение энергетической эффективности оборотного водоснабжения системы золоудаления тепловых электростанций	66
А.В. Кошельник, В.М. Кошельник, А.А. Мигура Применение нейросетевых моделей для прогнозирования интенсивности теплообмена в насадке регенеративного воздухонагревателя стекловаренной печи	75
А.Е. Бармин Термическая стабильность структуры и свойств вакуумных конденсаторов FE И FE-W	82
А.В. Писарєв, С.А.Тузиков, А.Ф. Лазутський, В.О.Табуненко Фізико-хімічні основи застосування плівок і покриттів	87
Н.П. Кунденко, А.Д. Черенков Алгоритм расчета диффузного потока к поверхности сфероида, моделирующего спермий	91
А.В. Фролов Применение корреляционного анализа для прогнозных оценок выходных характеристик кремниевых монокристаллических фотопреобразователей	95
О.В. Саввова, Г.М. Шадріна Особливості підготовки поверхні металу при отриманні склокристалічних покриттів по титану для кісткового ендопротезування	101
М.Л. Тонюк, О.О. Варанкина Дослідження впливу концентрації початкового суслу на утворення побічних продуктів бродіння в технології високогустинного пивоваріння	105
О.В. Саввова, О.В. Бабіч, Г.М. Шадріна, Д.Ю. Шемет Вплив оксиду цинку на тклр кальційсилікофосфатних стекол	109
В. А. Юрченко , А. Ю. Бахарева Оценка эколого-экономического ущерба, причиняемого промышленными газообразными выбросами формальдегида	113

А.М. Коваленко О формировании региональных приоритетов в решении проблем обращения с твёрдыми бытовыми отходами	118
В. Д. Солодкий, Ю.Г. Масікевич, В.Ф. Моїсеєв, І.В. Пітак Нові підходи до моніторингу довкілля Буковинських Карпат	123
В.Г.Чебан, А.А.Бревнов Повышение эффективности очистки жидкостей в гидродинамическом очистителе с плоским каналом	127
Л.Л. Товажнянский, В.В. Березуцкий Исследование соотношений размеров сечений в направляющих поток перегородках и расходов водной среды в проточном электрокоагуляторе	135
І.О.Мезенцева, В.В. Горбенко, І.М. Любченко, С.В. Котлярова Вплив мобільного зв'язку на організм людини	138
Н.А. Букатенко Результаты исследований распределения загрязняющих веществ в моющих растворах после мойки автомобилей	141
Г.В. Василенко Еколого–економічна ефективність водоохоронних заходів при впровадженні флотації на гірничо-збагачувальному комбінаті	145

Наукове видання

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

Збірник наукових праць

Тематичний випуск

"Нові рішення в сучасних технологіях"

Випуск №9

Науковий редактор докт. техн. наук, проф. Є. І. Сокол

Технічний редактор Т.Л. Коворотний

Відповідальний за випуск канд. техн. наук І. Б. Обухова

Обл.-вид. №55-12

Підписано до друку 29.03.2012. Формат 60x84/16. Надруковано на
різографі

Gestetner 6123CP. Ум.-друк. арк. 9,4. Облік.вид.арк. 10,0.
Наклад 300 прим. 1-й завод 1-100. Зам. №9. Ціна договірна

Видавничий центр НТУ «ХПІ»
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Типографія "Технологічний центр"
вул. Новгородська, 3а, м. Харків, 61145