

Міністерство освіти і науки України
Національне агентство з акредитації України
Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти»
Національна металургійна академія України /НМетАУ/
Технічний університет –ТУ Варна /Болгарія/
Університет Алгарве Фаро /Португалія/
Університет Аалто – Гельсінкі /Фінляндія/
Фізико-технічний інститут металів та сплавів НАН України
Національний авіаційний університет /Україна/
Дніпровський освітній центр /Україна/
Харківський торгово-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету

Ministry of Education and Science of Ukraine
National Accreditation Agency of Ukraine
State Scientific Institution “Institute of Education Content Modernization”
National Metallurgical Academy of Ukraine /NMetAU/
Technical University – Varna /Bulgaria/
Universidade do Algarve /Portugal/
Aalto University - Helsinki / Finland /
Physico-Technological Institute of Metals and Alloys /Ukraine/
National Aviation University /Ukraine/
Dnipro Education Center /Ukraine/
Kharkiv Trade and Economics Institute of Kyiv National University of Trade and Economics

XVI Міжнародна конференція
**«Стратегія якості
в промисловості і освіті»**
02–05 червня 2021 р., Варна, Болгарія

МАТЕРІАЛИ

XVI International Conference
«Strategy of Quality in Industry and Education»
June 2 - June 5, 2021, Varna, Bulgaria

PROCEEDINGS

Дніпро – Варна
Dnipro - Varna
2021

УДК 001.83(477)(06)
М34

**Схвалено Вченою радою Національної металургійної академії України
і редакційною радою конференції**

Укладачі: Т.С. Хохлова, Ю.О. Ступак

XVI Міжнародна конференція «**Стратегія якості в промисловості і освіті**»:
М 34 Матеріали. – Дніпро-Варна, 2021. – 340 с.
ISBN 978-617-7891-07-8

До збірника матеріалів XVI Міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (2–5 червня 2021 р., Варна, Болгарія) увійшли 71 публікація (статті, тези), що надійшли до оргкомітету і були прийняті до опублікування.

Proceedings of the XVI International Conference «Strategy of Quality in Industry and Education» (June 2 - June 5, 2021, Varna, Bulgaria) includes 71 reports (articles, theses) received by the organizing committee and accepted for publication.

УДК 001.83(477)(06)

Верстка збірника здійснена з оригіналів, наданих авторами в електронному вигляді.

Тексти доповідей / статей, тез / та їх назви в змісті відтворені мовами оригіналів, в редакції, запропонованій авторами

Укладачі збірника і поліграфічне підприємство не несуть відповідальності за якість оформлення графічних елементів доповідей, коректність (щодо обсягів та ін.) запозичень з наукових робіт, а також якість відтворення формул (математичних символів), виконаних з відхиленнями від вимог редакційної ради

ISBN 978-617-7891-07-8

© НМетАУ, 2021

© ТУ-Варна, 2021

© Хохлова Т.С., Ступак Ю.О.,
упорядкування, 2021

РЕДАКЦІЙНА РАДА EDITORIAL BOARD

Олександр Величко, д.т.н., проф., член-кор.
Національної академії наук України
/НМетАУ/ (Національна металургійна
академія України)

Венцислав Валчев, д-р. інж., проф. (Технічний
університет - Варна, Болгарія)

Тетяна Хохлова, к.т.н., проф. (Національна
металургійна академія України, Інститут
інтегрованих форм навчання НМетАУ,
Україна)

Валерій Іващенко, д.т.н., проф. (Національна
металургійна академія України)

Ельвіра Лузик, д.пед.н., проф. (Національний
авіаційний університет, Україна)

Олександр Учитель, д.т.н., проф.
(Металургійний інститут Криворізького
національного університету, Україна)

Розаліна Дімова, д-р. інж., доц. (Технічний
університет - Варна, Болгарія)

Володимир Кудін, д.т.н., проф. (Київський
національний університет ім. Т. Шевченка)

Іван Іванов, д.т.н., проф. (Технічний
університет - Варна, Болгарія)

Олексій Ноговіцин, д.т.н., зав. відділом
(Фізико-технологічний інститут металів і
сплавів НАН України)

Олександр Чейлях, д.т.н., проф.
(Приазовський державний технічний
університет, Україна)

Тошко Петров, д-р. інж., проф. (Технічний
університет - Варна, Болгарія)

Генадій Швачич, д.ф.-мат.н., проф.
(Національна металургійна академія
України)

Володимир Горник, д.н. з держ. управління,
доц. (Таврійський національний ун-т ім.
В.І.Вернадського, Україна)

Лора Пронкіна, к.е.н., проф., академік
Академії економічних наук України
(Харківський торгівельно-економічний
інститут КНТЕУ, Україна)

Юрій Ступак, к.т.н., доц. (Національна
металургійна академія України, Інститут
інтегрованих форм навчання НМетАУ,
Україна)

Olexandr Velychko, Dr. Sc., Prof., Corr.
Member of Ukraine National Academy of
Sciences (National Metallurgical Academy
/NMetAU/ of Ukraine)

Ventsislav Valchev, Prof. Eng., PhD (Technical
University of Varna, Bulgaria)

Tatyana Khokhlova, Dr. Eng., Prof. (National
Metallurgical Academy /NMetAU/ of
Ukraine)

Valery Ivashchenko, Dr. Sc., Prof. (National
Metallurgical Academy of Ukraine)

Elvira Luzik, Dr. Sc., Prof. (National Aviation
University, Ukraine)

Alexander Uchitel, Dr. Sc., Prof. (Krivoy Rog
Metallurgical Institute of National
Metallurgical Academy of Ukraine)

Rosalina Dimova, Dr. Eng., Prof. Ass.
(Technical University of Varna, Bulgaria)

Volodymyr Kudin, Dr. Sc., Prof. (Taras
Shevchenko National University of Kyiv)

Ivan Ivanov, Dr. Sc., Prof. (Technical
University of Varna, Bulgaria)

Oleksii Nohovitsyn, Dr. Sc., Head. Dep. (Physico-
Technological Institute of Metals and Alloys,
National Academy of Sciences of Ukraine)

Cheiliakh Oleksandr, Dr. Sc., Prof. (Priazovsky
State Technical University, Ukraine)

Toshko Petrov, Prof. Eng., PhD (Technical
University of Varna, Bulgaria)

Henadii Shvachych, Dr. Sc., Prof. (National
Metallurgical Academy of Ukraine)

Volodymyr Hornyk, Dr., Assoc. Prof.,
(V.I.Vernadsky Taurida National
University, Ukraine)

Lora Pronkina, Candidate of Economic Sc., Prof.,
Acad. of Academy of Economic Sciences of
Ukraine (Kharkiv Trade and Economics
Institute of KNUTE, Ukraine)

Yury Stupak, Candidate of Technical Sc., Assoc.
Prof. (National Metallurgical Academy
/NMetAU/ of Ukraine)

2. Доведено, що збагачення хліба продуктами перероблення конопель сприяє підвищенню вмісту білка, харчових волокон, вітамінів групи В, Е та β-каротину у готовому продукті.

Посилання

1. Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. та ін. Коноплі: монографія / за ред. М.Д. Мигалья, В.М. Кабанця. Суми: «Еллада», 2011. 384 с
2. Самофалова Л.А., Березина Н.А. Повышение качества ржано-пшеничного хлеба путем внесения конопляной добавки. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2004. № 4. С. 31–33.
3. Lukin A., Bitiutskikh K. On potential use of hemp flour in bread production. *Agricultural Food Engineering*. 2017. Vol. 10 (59) No.1. P.113-118.
4. Журавлева Л.А., Журавлев А.П., Терехов М.Б. Конопляное масло и его использование в хлебопечении. *Хранение и переработка зерна*. 2012. № 5. С. 51–53.
5. Ertaş, N., Aslan, M. Antioxidant and physicochemical properties of cookies containing raw and roasted hemp flour. *Acta Sci. Pol. Technol. Alimen.* (2020). 19(2). 177–184.
6. Teterycz D., Sobota A., Przygodzka D., Łysakowska P. Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation. *PLoS ONE*. 2021. 16(3). P. 1-14.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОСИЛИКОХРОМА

Доц., канд. техн. наук И.И. Водин

Кафедра теории, технологии и автоматизации металлургических процессов

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр, Украина

А.С. Данилюк, Е.С. Лихачев, В.В. Малыш

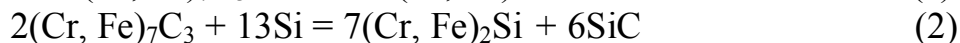
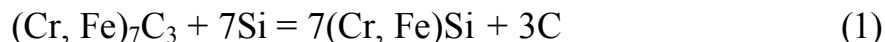
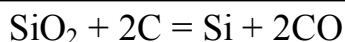
АО «Никопольский завод ферросплавов», г. Никополь, Украина

О.В. Здорик

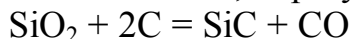
АО «Марганецкий ГОК», г. Никополь, Украина

Процесс получения силикохрома *двухстадийным (бесшлаковым) способом* основан на восстановлении кремния из SiO₂ в составе кварцита углеродом коксика в присутствии передельного феррохрома. В основе процесса лежит реакция разрушения карбидов хрома и железа высокоуглеродистого феррохрома либо чардж-хрома восстановленным кремнием [1].

Процесс может быть описан следующими реакциями:



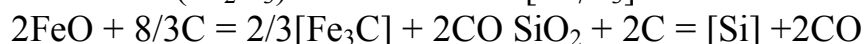
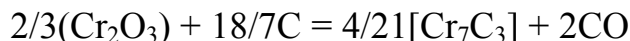
Восстановление кремния из кремнезема кварцита углеродом идет с участием промежуточного соединения SiC, образующегося по реакции:



где углерод пористого кокса активно участвует в реакциях с еще одним неотъемлемым компонентом системы, в которой происходит восстановление кремния – газообразным монооксидом SiO, образующимся по реакциям:



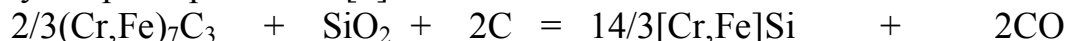
В процессе выплавки силикохрома *однотадийным (шлаковым) способом* совместно восстанавливаются железо и хром из оксидов в составе хромитовой руды и кремний из кварцита углеродистым восстановителем по приведенным реакциям:



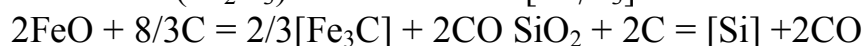
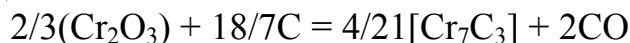
Особенностью процесса является необходимость протекания реакции восстановления кремния из SiO₂ в составе кварцита углеродом коксика. Механизм восстановления кремния углеродом достаточно сложен и связан с образованием CO, SiO и тугоплавкого карбида кремния SiC [3].

Таким образом, в зоне высоких температур, в результате взаимодействия жидкого SiO₂ с жидким кремнием, в присутствии твердого углерода образуется газообразный монооксид кремния, который затем взаимодействует с карбидом кремния. В верхних слоях печи непрореагировавший SiO взаимодействует с углеродом коксика с образованием SiC. На равновесие данных реакций влияет присутствие передельного феррохрома в составе шихты. По мере опускания шихты вниз происходит обезуглероживание феррохрома по реакциям (1) и (2).

Получение ферросиликохрома *бесшлаковым способом* может быть описано суммарной реакцией [4]:



В процессе выплавки силикохрома *однотадийным (шлаковым) способом* совместно восстанавливаются железо и хром из оксидов в составе хромитовой руды и кремний из кварцита углеродистым восстановителем по приведенным реакциям:



Особенностью процесса является необходимость протекания реакции восстановления кремния из SiO₂ в составе кварцита углеродом коксика. Механизм восстановления кремния углеродом достаточно сложен и связан с образованием CO, SiO и тугоплавкого карбида кремния SiC.

По сравнению с бесшлаковым методом получения силикохрома, при шлаковом способе механизм восстановления компонентов и формирования сплава более сложен. Значительная часть задаваемого в шихту кварцита расходуется на формирование шлакового расплава, способного обеспечить достаточную для технологии степень извлечения кремния в сплав [4].

Восстановление кремния и хрома протекает через образование расплава, содержащего карбида хрома, железа и тугоплавкий карбид кремния. Именно состав формирующегося в процессе шлака обеспечивает эффективное рафинирование расплава от углерода с образованием силикохрома [5].

Технологической особенностью производства силикохрома одностадийным способом является необходимость значительного перегрева нижних горизонтов печи для понижения содержания хрома в конечном шлаке с целью понижения его вязкости и обеспечения нормального выпуска расплава. Перегрев может приводить как к повышенному расходу углеродистого восстановителя, так и к увеличению улета восстановленного кремния, и как следствие, к понижению извлечения хрома и ухудшению стойкости футеровки печи из-за роста содержания хрома в шлаке, что повышает его температуру плавления и вязкость [5].

Для успешной организации технологии одностадийного силикохрома необходимо поддержание оптимального соотношения оксидов алюминия и магния в шлаке, а также достаточный его нагрев, что связано с электрическими и геометрическими параметрами печи, т. е. удельной мощностью. Протекание процесса целесообразно организовать таким образом, чтобы температура плавления шлака была выше температуры начала восстановления кремния из SiO_2 , а также чтобы как можно более полное восстановление хрома из оксида проходило до достижения им высокотемпературных зон печи, иначе реакция Cr_2O_3 с восстановленным кремнием или его монооксидом будет приводить к образованию SiO_2 , а следовательно, к формированию более вязкого и кислого шлака [3].

Вязкость шлака зависит от содержания SiO_2 и соотношения $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, которое в свою очередь зависит от природы руды, поэтому говорить о рациональном его значении необходимо в тесной взаимосвязи с типом хроморудного сырья. Упрощенно можно говорить о вариантах составов шлака с $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1,0-1,2$ и $\text{SiO}_2 = 45-50$ %. Содержание SiO_2 с увеличением соотношения $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ растет. Добавка оксидов кальция либо плавикового шпата снижает вязкость шлаков (но обычно не применяется). Увеличение содержания оксидов хрома в шлаках вязкость повышает [3].

Из-за сокращения запасов богатых хромитовых руд и вовлечения бедных хромитовых руд в технологию производства углеродистого феррохрома возникла технология чардж-хрома, что повлекло за собой ряд неизбежных изменений в работе печи. Одно из наиболее важных – невозможность получить богатый хромом (> 60 % Cr) ферросплав из-за низкого отношения хрома к железу в руде [2].

В связи с этим на рынке в настоящее время достаточно широко представлен, наряду с высокоуглеродистым феррохромом, чардж-хром (charge- chrome), или шихтовый хром, с содержанием хрома 45–55 % (табл. 4.2). Еще одной особенностью данного материала является необходимость иметь в составе сплава повышенное содержание кремния – на уровне 5–6 % вместо 1–2 %, – характерном для стандартного углеродистого феррохрома, поскольку дробимость сплава пониженная, а прочность повышенная [5].

Таблица 1. Химический состав, %, ферросиликохрома (ГОСТ 11861-77)

Марка сплава	Si	Cr, не менее	C	P	S
			не более		
ФСХ13	10-16	55	6,0	0,04	0,03
ФСХ20	16-23	48	4,5	0,04	0,02
ФСХ26	23-30	45	3,0	0,03	0,02
ФСХ33	30-37	40	0,9	0,03	0,02
ФСХ40	37-45	35	0,2	0,03	0,02
ФСХ48	Свыше 45	28	0,1	0,03	0,02

Таблица 2. Удельный расход материалов и электроэнергии при выплавке ферросиликохрома двухстадийным бесшлаковым (числитель) и одностадийным шлаковым (знаменатель) способами на 1 баз.т сплава с различным содержанием кремния

Показатели	Содержание Si, %				
	13	23	33	43	50
Расход материала, кг/т:					
	кварцита	$\frac{298}{634}$	$\frac{520}{881}$	$\frac{742}{1134}$	$\frac{965}{1323}$
хромовой руды	$\frac{-}{1908}$	$\frac{-}{1600}$	$\frac{-}{1420}$	$\frac{-}{1145}$	$\frac{-}{923}$
	коксика	$\frac{117}{543}$	$\frac{220}{575}$	$\frac{312}{625}$	$\frac{424}{678}$
передельного феррохрома	$\frac{1089}{-}$	$\frac{911}{-}$	$\frac{803}{-}$	$\frac{648}{-}$	$\frac{525}{-}$
	стружки стальной	$\frac{8}{30}$	$\frac{41}{82}$	$\frac{62}{84}$	$\frac{93}{105}$
Расход электроэнергии, кВт·ч/б.т	$\frac{1500}{4770}$	$\frac{2450}{5660}$	$\frac{3390}{7040}$	$\frac{4350}{7770}$	$\frac{5110}{8870}$

Плавку чардж-хрома ведут аналогично технологии высокоуглеродистого феррохрома [6]. Особенностью технологии выплавки чардж-хрома является больший по сравнению со стандартным углеродистым феррохромом удельный расход шихтовых материалов, электроэнергии, а также необходимость иметь повышенное содержание кремния в сплаве, что регулируется навеской кварцита либо шлака ФХС.

Говоря о потребительских свойствах чардж-хрома, следует упомянуть, что понижение содержания хрома, по сравнению со стандартным феррохромом, несколько снижает его температуру плавления.

Снижению температуры плавления ферросплава еще более способствует повышение содержания кремния в чардж-хроме (до 10 %) в 2–3 раза по сравнению с феррохромом при незначительном уменьшении плотности сплава относительно стальной ванны, что увеличивает степень усвоения хрома из ферросплава при легировании стали [3].

В состав шихты для производства силикохрома двухстадийным способом входит высокоуглеродистый (передельный) феррохром либо чардж-хром, кварцит, углеродистый восстановитель (коксик, полукокс, уголь). При производстве силикохрома одностадийным (шлаковым) способом в состав шихты входит кварцит, хромитовая руда, углеродистый восстановитель, а также могут добавляться флюсы, содержащие MgO либо Al₂O₃, и плавиковый шпат [1,6].

Выводы

Существуют два способа получения ферросиликохрома: одно- (шлаковый) и двухстадийный (бесшлаковый). В Казахстане применяют двухстадийный способ, который основан на восстановлении кремния из кремнезема (кварцита) углеродом в присутствии передельного углеродистого феррохрома, получаемого на первой стадии. При одностадийном (шлаковом) способе в шихту используют хромитовую руду, кварцит и коксик.

Одностадийный (шлаковый) способ выплавки ферросиликохрома на ферросплавных заводах Казахстана не применяется. Проведенные опытно-промышленные плавки в мощной печи не дали положительных результатов (таблица 2)[6].

Ссылки

1. Гасик М.И., Лякишев Н.П. Физикохимия и технология электроферросплавов: учеб. для вузов. Днепропетровск: Системные технологии, 2005. 448 с.
2. Хром Казахстана / В. И. Гриненко [и др.]. М.: Metallurgia, 2001. 416 с.
3. Абдулабеков Е. Э., Каскин К. К., Нурумгалиев А. Х. Теория и технология производства хромистых сплавов: учебн. пособие. Алматы Республиканский издательский кабинет по учебной и методической литературе, 2010. 280 с.
4. Бобкова О. Силкотермическое восстановление металлов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Metallurgia, 1991. 174 с.
5. Карнаухов В.Н., Воронов Ю.И., Зайко В.П., Жучков В.И. Технология низкоуглеродистого феррохрома. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2001, 483 с.
6. Лякишев Н. П., Гасик М. И. Metallurgia хрома. М.: ЭЛИЗ, 1999. 585 с.

ЗМІСТ ◇ CONTENTS ◇ СОДЕРЖАНИЕ

(прізвища авторів і назви доповідей наведені мовою оригіналу)

(authors surname and the list of reports correspond to originals)

(фамилии авторов и названия докладов приведены на языке оригинала)

<i>Величко О.Г.</i> Привітання учасникам конференції	6
<i>Velichko Olexandr</i> Greeting the participants of the conference	7
СТРАТЕГІЯ ЯКОСТІ. КОНЦЕПЦІЯ НА ДЕСЯТИЛІТТЯ. Пам'яті Станіслава Тихоновича Пліскановського	8
СТРАТЕГИЯ ЗА КАЧЕСТВО. КОНЦЕПЦИЯТА ЗА ДЕСЯТЛЕНИЕ. В памет на Станислав Тихонович Плискановски	10
<i>Хохлова Т.С., Іванов І.В., Ступак Ю.О.</i> Щодо науково-педагогічного стажування викладачів вищих навчальних закладів в сучасних умовах (на прикладі стажування на базі Технічного університету м. Варна)	12

СЕКЦІЯ 1: ЯКІСТЬ В ПРОМИСЛОВОСТІ

SECTION 1: QUALITY IN INDUSTRY

СЕКЦІЯ 1: КАЧЕСТВО В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<i>Аджемський С.В., Кононенко Г.А., Подольський Р.В.</i> Дослідження впливу орієнтації при друку за SLM-технологією зразків з INCONEL 718 на механічні властивості	17
<i>Антрапцева Н.М., Козачук Т.В., Біла Г.М.</i> Дослідження складу продуктів спільного осадження гідратованих фосфатів кобальту і кальцію	19
<i>Бабаченко О.І., Кононенко Г.А., Подольський Р.В., Сафронова О.А., Марцінішин В.В.</i> Статистичний аналіз механічних властивостей залізничних коліс марки ER7 за EN 13262 та марки 2 за ДСТУ ГОСТ 10791:2016 ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»	24
<i>Бажай-Жежерун С.А., Соколова О.М.</i> Використання біоактивованого нуту для збагачення м'ясо-рослинних консервів	28
<i>Бажай-Жежерун С.А., Береза-Кіндзерська Л.В., Тогачинська О.В.</i> Збагачення хліба продуктами перероблення конопель	31
<i>Водин І.І., Данилюк А.С., Лихачев Е.С., Малыш В.В., Здорик О.В.</i> Технологические особенности производства ферросиликохрома	35
<i>Волошенко О.С., Хоренжий Н.В.</i> Вплив ферментних препаратів на реологічні властивості тіста з пшеничного борошна	40
<i>Губенко С.И.</i> Трансформация гетерофазных включений «эвтектики» при обработке сталей давлением	47
<i>Дзиба А.А.</i> Ботанична пам'ятка природи «Лісовий дендрарій» (історія формування, таксономічний склад)	52
<i>Должанський А.М., Максакова О.С.</i> Алгоритм перевірки актуальності та рівня гармонізації національних стандартів як індикатор розвитку системи стандартизації України	56
<i>Dromenko O.B., Yancheva M.O., Bolshakova V.A., Onishchenko V.M., Inzhlyants A.T.</i> Development of an innovative idea for a new product - semi-finished restructured frozen meat products	61
<i>Жданов В.С., Карпов В.Ю.</i> Получение газаров из алюминиевых износостойких бронз ...	65
<i>Зайцева Т.О.</i> Оптимізація режимів термічної обробки мартенситно-старіючої сталі Н13К11М6В6ТЮС з використанням даних рентгенографічних досліджень	68

Наукове видання

**XVI Міжнародна конференція
«Стратегія якості у промисловості і освіті»
2 – 5 червня 2021 р., Варна, Болгарія**

МАТЕРІАЛИ

Українською, англійською, болгарською та російською мовами
Відповідальні за випуск: Хохлова Т. С., Ступак Ю. О., Журавель В.П.

Укладачі: Хохлова Т. С., Ступак Ю. О.

Комп'ютерна верстка, дизайн Ступак Ю. О.

Технічний редактор Ступак Ю. О.

Здано на складання 20.05.21. Підписано до друку 14.06.21.
Формат 60x84/8 Папір офсетний. Друк офсетний.
Умовн. друк. арк. 39,27. Наклад 350 прим. Замовлення № 1812

ТОВ «Дніпровський освітній центр»
49000, Україна, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 1/2

Видавництво «Дике Поле»
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Троїцька (кол. Чекістів), 31-А.
Тел.: (050) 454-07-61

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ЗЗ № 004 від 23.08.2001 р.

XVI Міжнародна конференція **«Стратегія якості в промисловості і освіті»:**
М 34 Матеріали. – Дніпро-Варна, 2021. – 340 с.
ISBN 978-617-7891-07-8

До збірника матеріалів XVI Міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (2–5 червня 2021 р., Варна, Болгарія) увійшли 71 публікація (статті, тези), що надійшли до оргкомітету і були прийняті до опублікування.

Proceedings of the XVI International Conference «Strategy of Quality in Industry and Education» (June 2 - June 5, 2021, Varna, Bulgaria) includes 71 reports (articles, theses) received by the organizing committee and accepted for publication.

УДК 001.83(477)(06)