

## Научно-практический комментарий к профессиональным стандартам специалистов по термическому оборудованию

# 04, апрель 2016

DOI: 10.7463/0416.0837485

Семенов М. Ю.<sup>1\*</sup>, Смирнов А. Е.<sup>1</sup>,

Фахуртдинов Р. С.<sup>1</sup>, Андреев П. П.<sup>1</sup>

УДК 621.78:331.108

<sup>1</sup>МГТУ им. Баумана, Москва, Россия

\*[shigona.podzhogin@yandex.ru](mailto:shigona.podzhogin@yandex.ru)

### Введение

В соответствии с Правилами разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 22.01.2013 № 23 [1], разработан ряд профессиональных стандартов специалистов, в обязанности которых входят вопросы наладки, диагностики и автоматизации оборудования термического производства. К таким стандартам относятся следующие: профессиональные стандарты: "Специалист по наладке и испытаниям технологического оборудования термического производства" [2], "Специалист по анализу и диагностике технологических комплексов термического производства" [3], "Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов термического производства" [4].

Значение специалистов данных профессий для современного термического производства трудно переоценить. За последние 25 лет на передовых зарубежных и российских предприятиях внедрены принципиально новые способы термической и химико-термической обработки - вакуумные и ионно-плазменные. Одновременно качественно возрос уровень автоматизации и механизации традиционных процессов в защитных атмосферах и углеродсодержащих средах с контролируемым потенциалом. Современное технологическое оборудование обеспечивает стабильность результатов обработки и, как следствие, эксплуатационных свойств, что наиболее актуально в связи с более широким применением высококачественных сталей и сплавов со сложной системой легирования. Эффективная система программного управления технологическими процессами предос-

тавляет возможности для широкого внедрения так называемых "безлюдных" процессов в термическом производстве.

### **Методика и объекты анализа**

Наибольшая эффективность, обусловленная высоким углеродным потенциалом или внешним электрическим полем, характерна для вакуумных и ионно-плазменных производственных комплексов, обладающих целым рядом преимуществ перед традиционными [5-10]. Данное оборудование включает в себя системы нагрева, вакуумирования, подачи и отвода технологических газов, программного управления, закалки в потоке охлаждающих газов и другие, а ионно-плазменное оборудование – дополнительно систему генерации и поддержания тлеющего разряда высокой мощности.

Очевидно, что специалисты, осуществляющие наладку и эксплуатацию данного производственного оборудования, а также автоматизацию и механизацию соответствующих технологических процессов должны обладать высокой профессиональной квалификацией, требования к которой отражены в указанных профессиональных стандартах [2-4].

Вместе с тем, утвержденный макет профессионального стандарта, определяющий структуру данного документа, предусматривает ряд ограничений по объему описания трудовых функций конкретных специалистов. Учитывая изложенное, представляется необходимым в настоящем научно-практическом комментарии разъяснить некоторые термины профессиональных стандартов, а также дать ряд рекомендаций по применению их положений.

Принятая в стандартах система классификации технологического оборудования и процессов термического производства основана на критерии технической сложности оборудования, в который включается количество взаимосвязанных систем и подсистем соответствующих установок термической и химико-термической обработки (ТО и ХТО), многофакторность регулирования, определяющая надежность и эффективность их работы, уровень использования средств автоматизированного и автоматического управления, а также наличие факторов проведения процесса при низком давлении и в сильных электрических полях.

Так в указанных профессиональных стандартах введены следующие понятия: а) несложное, сложное и особо сложное термическое оборудование; б) несложные, сложные и особо сложные технологические комплексы термического производства; в) несложные, сложные и особо сложные технологические процессы термической и химико-термической обработки. Сложность термического оборудования, комплексов и процессов определяет уровень профессиональной квалификации специалиста, в профессиональные обязанности которого вменяется ввод в эксплуатацию и обслуживание соответствующих установок ТО и ХТО.

## Результаты и их обсуждение

Учитывая изложенные выше факторы, разработана следующая классификация технологического оборудования термического производства:

- к особо сложному термическому оборудованию относят оборудование для ТО и ХТО с многозонным нагревом при точном контроле температуры каждой зоны, а также вакуумное и ионно-вакуумное оборудование для термической и химико-термической обработки со встроенной системой охлаждения деталей;

– к сложному термическому оборудованию относится оборудование для термической и химико-термической обработки в контролируемых атмосферах, многокамерные и проходные установки ТО и ХТО, а также вакуумное и ионно-плазменное оборудование за исключением особо сложного оборудования;

– к несложному термическому оборудованию относится оборудование для ТО и ХТО за исключением сложного и особо сложного.

Соответственно к несложным, сложным и особо сложным технологическим комплексам термического производства предлагается относить такие комплексы, в которых основной исполнительный модуль относится, соответственно, к несложному, сложному или особо сложному термическому оборудованию.

Типичными примерами сложного термического оборудования являются проходные агрегаты типов TPF и TQF производства фирм Ipsen (Германия) и Elterma (Польша), предназначенные для ТО и ХТО в контролируемой атмосфере, в частности для цементации, нитроцементации, восстановительного насыщения после обезуглероживания, нагрева под закалку, светлого отжига и пр. [11]. Указанные установки включают в себя шлюзовую и нагревательную камеры и закалочный бак. Для получения технологической атмосферы установки комплектуются газогенераторами с системой автоматического регулирования использованием кислородного зонда и по точке росы. Встроенные системы блокировки и защиты обеспечивают соблюдение требований безопасности при работе с горючими газами. Печи данной конструкции могут работать, в том числе, в составе технологических линий, включающих в себя отпускные печи и устройства для мойки и сушки садки.

Некоторые проходные установки ТО предоставляют также возможность проведения закалки в различных средах. Так, по данным [11] автоматическая линия производства фирмы Elterma (Польша, SECO/WARWICK Group), предназначенная для термической обработки алюминиевых сплавов, наряду с нагревательной камерой, в которой обеспечивается высокоточное регулирование температуры в пределах  $\pm 3$  °С, оснащена загрузочно-подъемным устройством, а также камерами для водяного и воздушного охлаждения.

К сложному термическому оборудованию можно отнести ионно-плазменную установку для азотирования ИОН-25И (IONITEX, Болгария) (рис. 1).



**Рис. 1.** Ионно-плазменная установка для азотирования ИОН-25И, производства IONITECH (Болгария)

Примером особо сложного оборудования для вакуумной химико-термической обработки может служить установка 10.0VPT-4020/24N производства SECO/WARWICK Group (Польша) (рис. 2, 3). Данная печь оснащена промышленным компьютером, дающим возможность определять расчетным путем режим цементации в зависимости от протяженности слоя, марки стали и площади садки. Компьютер по сети Internet подключен к базе знаний, расположенной на сервере производителя. Конструкцией предусмотрена возможность проведения закалки в потоке газа высокого давления. Такое оборудование позволяет раскрыть в полном объеме все потенциальные возможности данного материала [10].

К особо сложному оборудованию следует отнести также многозонные проходные нагревательные установки, предназначенные, в том числе, для ХТО в контролируемых газовых атмосферах (например, производства The Grieve Corporation, США). Такие печи могут поддерживать путем программного управления точное значение температуры в зоне нагрева, равное 927 °С, в диффузионной зоне – 880 °С и в зоне выравнивания – 850 °С [12]. Температура в каждой зоне поддерживается стабильной, несмотря на такие возмущающие воздействия на управляемый объект, как открывание дверей, перемещение садки и т.д. Применяются печи и с большим числом зон нагрева (например, двенадцать).



**Рис. 2.** Вакуумная установка 10.0VPT-4020/24N, производства SECO/WARWICK Group (Польша): общий вид



**Рис. 3.** Вакуумная установка 10.0VPT-4020/24N, производства SECO/WARWICK Group (Польша): загрузка рабочей камеры

Профессиональный стандарт "Специалист по анализу и диагностике технологических комплексов термического производства" разработан преимущественно на перспективу. В настоящее время "безлюдные" технологии термического производства в отечественном машиностроении только начинают внедряться. Вопрос их реализации крайне слабо освещен в научной и научно-производственной литературе. Вместе с тем, учитывая большую продолжительность ряда процессов ТО и особенно ХТО (азотирование, диффузионная металлизация и др.), для повышения эффективности использования трудовых ресурсов, необходимо принимать меры к обеспечению автоматического поддержания работоспособности термического оборудования в условиях минимального вмешательства оператора. Такие технологии уже реализуются при обработке резанием [13], для чего разработаны средства диагностики и анализа технологических процессов обработки деталей на металлорежущих станках [14].

В соответствии с профессиональными стандартами проведение пусконаладочных работ, а равно реализация "безлюдных" технологий в отношении сложных установок ТО и ХТО может осуществляться специалистами с базовым уровнем высшего образования - бакалаврами с опытом практической работы (для несложных установок - без опыта). Организация и проведение пусконаладочных работ, а равно анализ и диагностика в отношении особо сложных установок ТО и ХТО требует дополнительной теоретической и практической подготовки (специалисты с квалификацией магистра или инженера).

С целью определения уровней необходимой квалификации для успешного выполнения трудовых функций по автоматизации и механизации технологических процессов термической обработки разработана система классификации технологических процессов по степени их сложности:

- к несложным технологическим процессам ТО и ХТО отнесены процессы обработки типовых деталей машин и приборов, а также инструмента, как правило, из нелегированных и низколегированных сталей и сплавов по типовым режимам для получения стандартных эксплуатационных свойств;
- сложными технологическими процессами ТО и ХТО признаны процессы обработки деталей машин и приборов, а также инструмента, требующие специальных условий обработки, как правило, из комплексно-легированных сталей и сплавов по нестандартным режимам для получения комплекса эксплуатационных свойств;
- к особо сложным технологическим процессам ТО и ХТО отнесены процессы обработки деталей машин и приборов, а также инструмента, требующие особых условий обработки, как правило, из специальных сталей и сплавов, по инновационным режимам с целью получения особых эксплуатационных свойств.

Согласно стандарту трудовые функции по автоматизации и механизации сложных технологических процессов могут осуществлять специалисты с базовым уровнем высшего образования - бакалавры с опытом практической работы (для несложных процессов - без опыта). Работа с особо сложными процессами ТО и ХТО обуславливает необходимость

получения дополнительной теоретической и практической подготовки (специалисты с квалификацией магистра или инженера).

## Заключение

Таким образом, в настоящей статье рассмотрены вопросы применения профессиональных стандартов специалистов по термическому оборудованию с учетом современного уровня развития установок для ТО и ХТО, который требует комплексного подхода к подготовке квалифицированных специалистов в данной области, обладающих как теоретическими знаниями, так и практическими навыками. Работа с современным термическим оборудованием обуславливает необходимость должного уровня квалификации в целом ряде областей техники (нагревательные системы, газовое оборудование, электротехника, системы контроля и управления и т.д.). Данное обстоятельство определяет повышенные требования к учебным заведениям, осуществляющим подготовку таких специалистов, а также к программам их подготовки.

## Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 22.01.2013 г. № 23 «О Правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2013. № 4. Режим доступа: <http://www.szrf.ru/doc.phtml?nb=edition00&issid=2013004000&docid=61> (дата обращения 01.03.2016).
2. Приказ Минтруда России от 11.12.2014 № 1010н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по наладке и испытаниям технологического оборудования термического производства» (зарегистрировано в Минюсте России 19.01.2015 № 35583) // КонсультантПлюс: сайт. Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=135720> (дата обращения 24.09.2015).
3. Приказ Минтруда России от 25.12.2014 № 1144н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по анализу и диагностике технологических комплексов термического производства» (зарегистрировано в Минюсте России 16.02.2015 № 36022) // КонсультантПлюс: сайт. Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=143033> (дата обращения 24.09.2015).
4. Приказ Минтруда России от 25.12.2014 № 1146н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов термического производства» (зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2015 № 35772) // КонсультантПлюс: сайт. Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=175170> (дата обращения 24.09.2015).

5. Братухин А.Г., Язов Г.К., Карасев Б.Е., Елисеев Ю.С., Крымов В.В., Нежурин И.П. Современные технологии в производстве газотурбинных двигателей. М.: Машиностроение, 1997. 416 с.
6. Edenhofer B. An overview of advances in atmosphere and vacuum heat treatment // Heat treatment of metals. 1999. Vol. 26, no. 1. P. 1-5.
7. Kula P., Olejnik J., Kowalewski J. New vacuum carburizing technology // Heat treatment progress. 2001. Vol. 1, no. 1. P. 57-65.
8. Altena H., Schrank E. Niederdruck-Aufkohlung mit Hochdruck-Gasabschreckung: Grundlagen, Einsatzmöglichkeiten und Anlagentechnik // HTM. Härtereitechnische Mitteilungen. 2002. Vol. 57, no. 4. P. 247-256.
9. Kula P., Siniarski D., Pietrasik R., Kaczmarek Ł., Korecki M., Adamek A. Niskociśnieniowe węglowodorkowanie i wysokowydajne niskociśnieniowe nawęglanie – nowe możliwości technologii FINECARB // Inżynieria materiałowa. 2006. Vol. 27, no. 5. S. 1092-1095.
10. Reinhold B. Plasma carburising: exotic with potential // International Heat Treatment and Surface Engineering. 2009. Vol. 3, no. 4. P. 136-140. DOI: [10.1179/174951409X12542264514202](https://doi.org/10.1179/174951409X12542264514202)
11. Смирнов А.Е., Семенов М.Ю. Применение вакуумной термической и химико-термической обработки для упрочнения тяжело нагруженных деталей машин, приборов и инструмента // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. № 2. С. 343-359. DOI: [10.7463/0214.0700036](https://doi.org/10.7463/0214.0700036)
12. Ляпунов А.И. Оборудование термических цехов. М.: Монолит, 2002. 308 с.
13. Purushothaman R. Evaluation and Improvement of Heat Treat Furnace Model: Dr. diss. Worcester Polytechnic Institute, 2008. 120 p. Режим доступа: <https://www.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-082208-114851/unrestricted/Purushothaman.pdf> (дата обращения 01.03.2016).
14. Козочкин М.П., Сабиров Ф.С. Оперативная диагностика при металлообработке – проблемы и задачи // Вестник МГТУ Станкин. 2008. Т. 2, № 8. С. 14-18.
15. Козочкин М.П., Порватов А.Н. Разработка переносного и интегрированного диагностического комплекса для анализа технологических процессов обработки деталей на металлорежущих станках // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2013. № 2. С. 18-24.

## Scientific and Practical Commentary on Specialists' Professional Standards in Thermal

# 04, April 2016

DOI: 10.7463/0416.0837485

M.Yu. Semenov<sup>1,\*</sup>, A.E. Smirnov<sup>1</sup>,

R.S. Fahurtdinov<sup>1</sup>, P.P. Andreev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bauman Moscow State Technical University,  
Moscow, Russia

\* [shigona.podzhogin@yandex.ru](mailto:shigona.podzhogin@yandex.ru)

The professional standards for heat treatment specialists such as "Specialist in thermal equipment installation and tests", "Specialist in analysis and diagnosis of heat treatment process systems", "Specialist in automation and mechanization of heat treatment process systems" were developed according to the Rules for the Development, Approval, and Application of Professional Standards adopted by a Decree of the Government of the Russian Federation dated 01.22.2013 № 23.

The article objective is to find a way that allows directors of machine-building plants to understand the provisions of abovementioned professional standards.

This commentary was developed with participation of experts, who were in charge of the professional standards.

When developing the professional standards it was taken into consideration that, presently, the most promising are vacuum and ion processes of heat and thermo-chemical treatment.

In this connection a new classification of the thermal equipment and manufacturing processes has been realized according to criterion of technical complexity. This classification puts the thermal equipment and manufacturing processes into simple, complex, and specifically complex.

As proposed, the specifically complex thermal equipment is a multi-zone thermal one with each zone being under precise temperature control, and a vacuum or ion equipment for thermal and thermochemical treatment with integrated cooling system. The complex thermal equipment is an equipment for heat and thermochemical treatment in controlled atmosphere, and a multi-chamber or continuous heat treatment furnaces, as well as vacuum and ion-plasma equipment, except for specifically complex thermal equipment. The simple thermal equipment is a heat treatment one except for complex and specifically complex thermal equipment.

The article gives concrete examples of simple, complex and specifically complex thermal equipment.

The criteria to classify the heat treatment technological processes are also presented.

The article defines the relevant educational backgrounds of specialists in question (master, engineer, bachelor) and their professional knowledge and skills according to complexity of thermal equipment and technological processes.

A special attention is given to classification of untended manufacturing complexes the implementation of which is a challenge for modern heat treatment industry.

The article shows that highly trained professionals in the field concerned are in demand to run the cutting-edge heat treatment equipment.

## References

1. Decree of the Government of the Russian Federation of 22.01.2013 no. 23 “On Rules of development, approval and application of professional standards”. *Sobranie zakonodatel'stva Rossiiskoi Federatsii = Collection of laws of the Russian Federation*, 2013, no. 4. Available at: <http://www.szrf.ru/doc.phtml?nb=edition00&issid=2013004000&docid=61> , accessed 01.03.2016. (in Russian).
2. Order of Ministry of labour of Russia of 11.12.2014 no. 1010н “On approval of professional standard “Specialist in adjustment and testing of technological equipment of thermal production” (registered in Ministry of justice of Russia 19.01.2015 no. 35583). ConsultantPlus: website. Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=135720> , accessed 24.09.2015. (in Russian).
3. Order of Ministry of labour of Russia of 25.12.2014 no. 1144н “On approval of professional standard “Specialist in analysis and diagnosis of technological complexes of thermal production” (registered in Ministry of justice of Russia 16.02.2015 no. 36022). ConsultantPlus: website. Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=143033> , accessed 24.09.2015. (in Russian).
4. Order of Ministry of labour of Russia of 25.12.2014 no. 1146н “On approval of professional standard “Specialist in automation and mechanization of technological processes of thermal production” (registered in Ministry of justice of Russia 29.01.2015 № 35772). ConsultantPlus: website. Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=175170> , accessed 24.09.2015. (in Russian).
5. Bratukhin A.G., Yazov G.K., Karasev B.E., Eliseev Yu.S., Krymov V.V., Nezhurin I.P. *Sovremennye tekhnologii v proizvodstve gazoturbinnnykh dvigatelei* [Modern technologies in production of gas-turbine engines]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1997. 416 p. (in Russian).

6. Edenhofer B. An overview of advances in atmosphere and vacuum heat treatment. *Heat treatment of metals*, 1999, vol. 26, no. 1, pp. 1-5.
7. Kula P., Olejnik J., Kowalewski J. New vacuum carburizing technology. *Heat treatment progress*, 2001, vol. 1, no. 1, pp. 57-65.
8. Altena H., Schrank E. Niederdruck-Aufkohlung mit Hochdruck-Gasabschreckung: Grundlagen, Einsatzmöglichkeiten und Anlagentechnik. *HTM. Härterei-technische Mitteilungen*, 2002, vol. 57, no. 4, pp. 247-256.
9. Kula P., Siniarski D., Pietrasik R., Kaczmarek Ł., Korecki M., Adamek A. Niskociśnieniowe węglazotowanie i wysokowydajne niskociśnieniowe nawęglanie – nowe możliwości technologii FINECARB. *Inżynieria materiałowa*, 2006, vol. 27, no. 5, pp. 1092-1095. (In Polish).
10. Reinhold B. Plasma carburising: exotic with potential. *International Heat Treatment and Surface Engineering*, 2009, vol. 3, no. 4, pp. 136-140. DOI: [10.1179/174951409X12542264514202](https://doi.org/10.1179/174951409X12542264514202)
11. Smirnov A.E., Semenov M.Yu. The application of vacuum heat and thermo-chemical treatment to improve strength of different heavily loaded machine parts and engineering instruments. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Baumana = Science and Education of the Bauman MSTU*, 2014, no. 2, pp. 343-359. DOI: [10.7463/0214.0700036](https://doi.org/10.7463/0214.0700036) (in Russian).
12. Lyapunov A.I. *Oborudovanie termicheskikh tsekhov* [Equipment of thermal workshops]. Moscow, Monolit Publ., 2002. 308 p. (in Russian).
13. Purushothaman R. *Evaluation and Improvement of Heat Treat Furnace Model. Dr. diss.* Worcester Polytechnic Institute, 2008. 120 p. Available at: <https://www.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-082208-114851/unrestricted/Purushothaman.pdf>, accessed 01.03.2016.
14. Kozochkin M.P., Sabirov F.S. Operational diagnostics at metalworking – problems and tasks. *Vestnik MGTU Stankin = Vestnik MSTU Stankin*, 2008, vol. 2, no. 8, pp. 14-18. (in Russian).
15. Kozochkin M.P., Porvatov A.N. The development of portable and integrated diagnostic system for analyzing processes workpieces on machine tools. *Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika = Instruments and Systems: Monitoring, Control, and Diagnostics*, 2013, no. 2, pp. 18-24. (in Russian).