

<https://doi.org/10.3176/oil.1992.2.10>

УДК 665.7.032 : 628.511 / 512

М. Г. РУДИН, И. В. ЖУРАВЛЕВА, Р. А. ВАСИЛИНЕЦ

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ СТАНЦИИ № 7 В ПО «СЛАНЦЕХИМ»

M. RUDIN, I. ZHURAVLYOVA, R. VASILINETS

MAIN PROJECT DECISIONS CONCERNING THE GAS GENERATOR STATION No. 7 IN THE INDUSTRIAL AMALGAMATION “SLANTSEKHIM”

Промышленная переработка горючих сланцев методом полукоксования в агрегатах, называемых газогенераторами, началась в 1924 г. Этапы развития техники и технологии полукоксования детально описаны в литературе [1—4]. В 70-х гг. на предприятиях по переработке сланца началось техническое перевооружение. Был разработан процесс «Кивитер», основным агрегатом которого является газогенератор пропускной способностью 1000 т/сут [5]. Агрегат, созданный НИИсланцев, ПО «Сланцехим» и «Ленгипронефтехимом», сооружен в ПО «Сланцехим» и сдан в эксплуатацию в конце 1980 г. На базе газогенератора мощностью 1000 т/сут «Ленгипронефтехим» спроектировал для ПО «Сланцехим» газогенераторную станцию ГГС-6, состоящую из двух 1000-тонных газогенераторов [6]. Эта станция эксплуатируется с начала 1987 г.

Технология термической переработки прибалтийских сланцев получила дальнейшее развитие в проекте новой мощной газогенераторной станции ГГС-7, проект которой тоже разработан в «Ленгипронефтехиме». Основой для его разработки стали совместные исследования, проводившиеся НИИсланцев и ПО «Сланцехим» в 1975—86 гг. и обобщенные в технологическом регламенте на проектирование.

Новая станция размещается на освободившейся территории в восточной части промплощадки объединения. В качестве основного агрегата для ГГС-7 принят газогенератор принципиально новой конструкции, в котором применена радиальная схема распределения теплоносителя. Эта схема обеспечивает глубокое извлечение органической массы сланца, высокий уровень утилизации физического тепла полукокса и снижение удельного расхода воздуха на переработку сланца.

Использование новой конструкции газогенератора, разработанной специалистами НИИсланцев и ПО «Сланцехим» при участии конструкторов «Ленгипронефтехима», позволяет увеличить удельный выход смолы и сократить выработку низкокалорийного трудноутилизируемого генераторного газа.

В отделении конденсации максимально используется воздушное охлаждение. В качестве основного агрегата применен вертикальный гладкотрубный аппарат воздушного охлаждения (АВО), разделенный по высоте на секции. В секциях происходит дробная конденсация паров смолы и охлаждение газа. Для размещения холодильника требуется меньшая площадь, а сам холодильник позволяет значительно упростить технологическую схему. В сравнении с традиционными схемами газогенераторных станций в 1,5 раза сокращается протя-

женность коммуникаций. Конструкция разработана НИИсланцев с учетом специфики сланцевых продуктов.

Легкая смола отстаивается от воды в высокоэффективных жалюзийных отстойниках конструкции НИИсланцев. Вся аппаратура отделения конденсации расположена на открытом воздухе.

Высокий уровень автоматизации технологических процессов обеспечивается применением распределенной автоматизированной системы (АСУТП), построенной на базе микропроцессорной техники и современных средств автоматизации с централизацией контроля и управления в едином пункте.

При проектировании ГГС-7 серьезное внимание было уделено мероприятиям по защите окружающей среды. Проектные решения позволяют впервые в истории развития технологических процессов переработки сланца отказаться от выбросов вредных газов в атмосферу при розжиге газогенераторов. Охрана воздушного и водного бассейна и почв обеспечивается созданием системы гидравлического транспорта коксозольного остатка взамен традиционного сброса на терриконы.

Таблица 1. Товарный баланс ГГС-7

Table 1. Material balance for the GGS-7

	кг/т сланца	% (масс)	тыс. т/год
П о с т у п и л о:			
Сланец технологический	1000,0	60,2	1900
Воздух	357,0	21,5	678,3
Вода на охлаждение твердого остатка	303,0	18,3	575,7
И т о г о	1660,0	100,0	3154,0
П о л у ч е н о:			
Генераторный газ	493,0	29,7	936,7
Тяжелая смола	68,7	4,1	130,7
В том числе сухая	(60,0)	(3,6)	(114,0)
Средняя смола	85,0	5,1	161,5
В том числе сухая	(80,0)	(4,8)	(152,0)
Легкая смола	39,3	2,4	74,5
В том числе сухая	(37,0)	(2,2)	(70,3)
Подсмольная вода	169,0	10,2	321,1
Фусы	4,0	0,2	7,6
В том числе сухая смола	(2,0)	(0,1)	(3,8)
Коксозольный остаток	801	48,3	1521,9
В том числе сухой	(540)	(32,6)	(1026,1)
И т о г о	1660,0	100,0	3154,0

Товарный баланс ГГС-7 приведен в табл. 1. В табл. 2 приведены сравнительные технико-экономические показатели ГГС-6, оборудованной двухшахтным цилиндрическим газогенератором с поперечным потоком теплоносителя, и ГГС-7.

Как следует из приведенных данных, для ГГС-7 характерны более высокие технико-экономические показатели — меньший удельный расход электроэнергии и оборотной воды. Большой расход водяного пара связан с применением для перекачки смолы паровых насосов. Больше производительность труда.

Газогенераторная станция № 7 занимает территорию 126 × 157 м (технологическая схема станции приведена на рисунке). Автоматические загрузочные устройства подают сланец порциями в камеру сушки и полукоксования газогенератора 1. Полукоксование сланца

Таблица 2. Сравнительные технико-экономические показатели ГГС-6 [6] и ГГС-7
 Table 2. Comparative technical-and-economic indices for GGS-6 [6] and GGS-7

Показатель	ГГС-6	ГГС-7
Объем переработки сланца, млн. т/год	0,7	1,9
Количество газогенераторов, шт.	2	4
Производительность газогенератора, т/сут	1050	1500
Удельный расход воздуха на процесс, м ³ /т	370	295
Выход:		
товарной смолы, т/т сланца	17,0	17,5
генераторного газа, м ³ /т сланца	470	380
коксозольного остатка, т/т сланца	545	540
Удельная площадь застройки, м ² /т сланца в год	0,0157	0,0105
Расходные показатели (на 1 т сланца):		
водяной пар, кг	7,14	13,16
электроэнергия, квт·ч	28,6	23,7
оборотная вода, м ³	4,3	0,7
Численность персонала, чел.	40	41
Производительность труда, $\frac{\text{тыс. т сланца}}{\text{чел.} \cdot \text{год}}$	17,5	46,3

протекает в поперечном потоке теплоносителя при температуре 600—650 °С.

Теплоноситель готовится в двух циклонных топках, где часть генераторного газа сжигается, а затем разбавляется тем же газом до 800 °С.

Несмотря на снижение температуры теплоносителя до 180 °С при его движении с периферии к центральной камере для сбора парогазовой смеси, скорость его возрастает (за счет уменьшения площади сечения), что обеспечивает эффективный теплообмен по всей глубине слоя, расположенного в кольцевом пространстве.

Полученный в процессе термической переработки сланца коксозольный остаток, охлажденный в зоне теплообмена генераторным газом до ~300 °С, непрерывно поступает в наполненное водой корыто экстрактора, откуда толкатель сбрасывает его на транспортер, и далее направляется в систему гидрозолоудаления.

Продукты полуконденсации вместе с теплоносителем поступают в отделение конденсации.

Парогазовая смесь последовательно проходит инерционный каплеуловитель 2 и воздушные холодильники-конденсаторы 3 и 4.

В инерционном каплеуловителе 2, который орошается циркулирующей смесью тяжелой и легкой смолы, и в воздушном холодильнике-конденсаторе 3 улавливается основная масса механических примесей и конденсируется тяжелая смола.

В верхней секции воздушного холодильника-конденсатора конденсируется средняя смола, в двух нижних — легкая смола и подсмольная вода. При этом генераторный газ охлаждается до 40 °С.

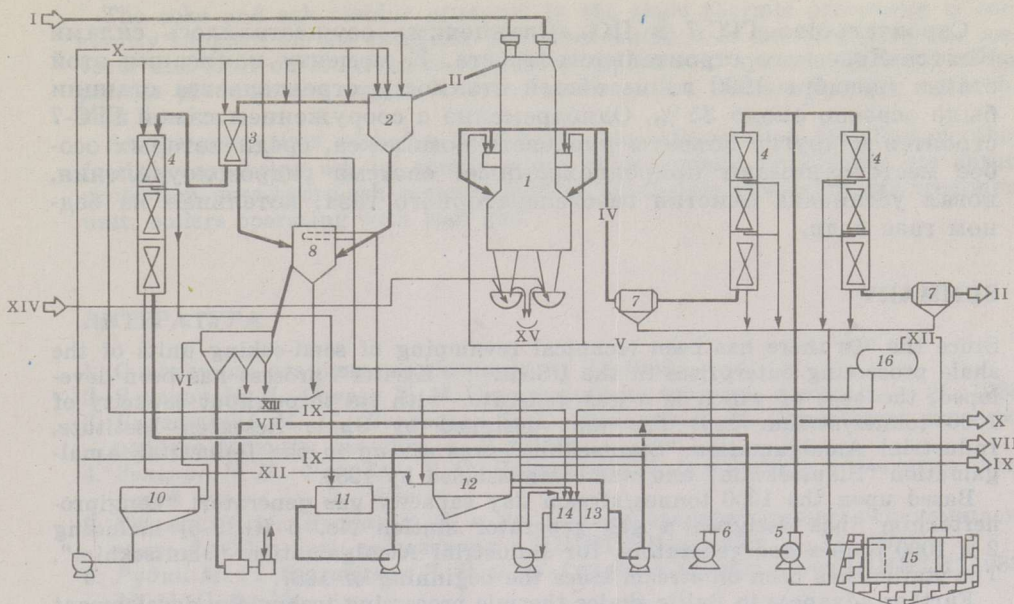
Затем газодувная машина 5 через воздушный холодильник товарного газа выдает часть газа за пределы станции, другая часть газа через воздушный холодильник обратного газа возвращается в газогенератор для использования в качестве теплоносителя.

Тяжелая смола из каплеуловителя 2 и воздушного холодильника-конденсатора 3 через пеногаситель 8 стекает в отстойник 9.

Осветленная тяжелая смола подается на орошение, а балансовое количество смолы откачивается за пределы станции.

Отстоявшиеся механические примеси — фусы (поток XIII) автосамосвалами вывозят на установку переработки фусов.

Средняя смола из верхней секции воздушного холодильника-кон-



Принципиальная технологическая схема ГГС-7. Узлы: 1 — газогенератор, 2 — инерционный каплеуловитель, 3 и 4 — воздушный холодильник-конденсатор, 5 — газодувка, 6 — воздуходувка, 7 — каплеотбойник, 8 — пеногаситель, 9 — отстойник тяжелой смолы, 10 — емкость осветленной тяжелой смолы, 11 — емкость средней смолы, 12 — отстойник смоловодяной смеси, 13 — емкость легкой смолы, 14 — емкость подсмольной воды, 15 — емкость конденсата газа, 16 — отстойник легкой смолы. Потoki: I — сланец, II — парогазовая смесь, III — товарный газ, IV — обратный газ, V — технологический воздух, VI — осветленная тяжелая смола, VII — товарная тяжелая смола, VIII — средняя смола, IX — легкая смола, X — смесь тяжелой и легкой смолы, XI — подсмольная вода, XII — конденсат газа, XIII — фусы, XIV — биоочищенная вода, XV — коксозольный остаток

Flow sheet of GGS-7. Units: 1 — gas generator, 2 — inertial drops collector, 3, 4 — air cooler/condenser, 5 — gas blower, 6 — air blower, 7 — drops baffle, 8 — anti-foamer, 9 — heavy tar sump, 10 — tank for clarified heavy tar, 11 — tank for middle tar, 12 — tar/water mixture sump, 13 — tank for light tar, 14 — tank for tar water, 15 — gas condensate tank, 16 — light tar sump. Effluents: I — shale, II — vapor-gas mixture, III — product gas, IV — off gas, V — process air, VI — clarified heavy tar, VII — product heavy tar, VIII — middle tar, IX — light tar, X — heavy and light tars mixture, XI — tar water, XII — gas condensate, XIII — non-utilized residues, XIV — biologically treated water, XV — coke-ash residue

денсатора стекает в емкость 11, далее ее откачивают для последующей переработки.

Из нижних секций воздушного холодильника-конденсатора смоловодяная смесь стекает в жалюзийный отстойник 12. Отстоявшаяся легкая смола направляется на дальнейшую переработку, подсмольная вода — на обесфеноливание.

Предусмотрена возможность подавать подсмольную воду на впрыск в каплеуловитель 2 для снижения температуры, на промывку холодильников-конденсаторов 3 и 4 от солей и в охлаждающий змеевик пеногасителя 8.

Строительство ГГС-7 в ПО «Сланцехим» осуществлялось силами Коктла-Ярвского строительного треста. К моменту написания этой статьи (декабрь 1990 г.) из общей стоимости строительства станции было освоено около 35 %. Одновременно с сооружением самой ГГС-7 строятся и другие объекты пускового комплекса, среди которых особое место занимают природоохранные: система гидрозолаудаления, новая установка очистки газогенераторного газа, котельная на бедном газе и др.

SUMMARY

Since the 70s there has been technical revamping of semi-coking units of the shale processing enterprises in the USSR. "Kiviter" process has been developed, the base of which is a gas generator with its throughput capacity of 1000 tonnes/stream day. The unit designed by Shale Research Institute, Industrial Amalgamation "Slantsekhim" was set up in the Industrial Amalgamation "Slantsekhim" and was commissioned by 1980.

Based upon the 1000 tonnes/stream day capacity gas generator, "Lengiproneftekhim" has designed a gas generator station No. 6 (GGS-6) including 2×1000 tonnes gas generators, for Industrial Amalgamation "Slantsekhim". The station has been on stream since the beginning of 1987.

Further advances in Baltic shales thermic processing technology development were implemented in the project of a new GGS-7. The project was worked out by "Lengiproneftekhim". The joint research carried out by Shale Research Institute and Industrial Amalgamation "Slantsekhim" laid out foundations for the project development.

A gas generator, having a new concept design with the radial distribution of the heat carrier, was accepted as the main unit for the GGS-7 gas generator station.

Using the new gas generator design allows to increase tar specific output, to reduce low calorific, hard to utilize generator gas production.

A high level of the process automation is provided via Distributive Automation System (DAS) developed on microprocessor facilities basis.

In the gas generator No. 7 designing a paramount concern was focussed on environment protection measures. The project decisions permit to give up toxic gases discharging in the atmosphere for the first time in the history of shale processing when kindling the gas generators. Air, water, and ground protection is provided by means of setting up hydraulic transport of coke-ash residue in place of traditional discharging method on the terricones.

Below there are given technical and economic data of the GGS-6 gas generator station equipped with 2 trunk cylindric gas generators with the transversal flow of the heat carrier and the data observed for the GGS-7 gas generator station.

Consumption data (in terms of one tonne of shale):

Utilities	GGS-6	GGS-7
Steam, kg	7.14	13.6
Power, kWt/hr	28.6	23.7
Recirculating water, m ³	4.3	0.7
Personnel, men	40	41
Labor productivity, thousands of tonnes of shale men per year	17.5	46.3

The figure gives the GGS-7 principle (concept) flow diagram. Shale is fed into the drying and semi-coking chamber of the gas generator 1. Shale semi-coking is carried out in the heat carrier transversal flow at temperatures 600–650 °C.

The heat carrier is prepared in two cyclon furnaces by burning a part of the generator gas followed with its diluting by the same gas up to 800 °C.

The coke and ash residue produced in the shale thermic processing is constantly supplied on the extractor pan from which it is discharged on the conveyor and later on is driven to the hydro-ash removal system. The semi-coking process products are supplied to the condensation section together with the heat carrier.

At the same time with the GGS-7 gas generator station installation other facilities are being set up, among which of paramount importance are nature protection ones-hydro-ash removal system, up-to-date generator gas treatment unit, boilers operating with lean gas.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник сланцепереработчика. — Л., 1988.
2. Зеленин Н. И., Озеров И. М. Справочник по горючим сланцам. — Л., 1983.
3. Барцевский М. М., Безмозгин Э. С., Шапиро Р. Н. Справочник по переработке горючих сланцев. — Л., 1963.
4. Зеленин Н. И., Файнберг В. С., Чернышева К. Б. Химия и технология сланцевой смолы. — Л., 1968.
5. Ефимов В. М., Иоонас Р. Э. и др. Сланцеперерабатывающая промышленность СССР и пути ее развития / ЦНИИТЭНефтехим. — М., 1982.
6. Рудин М. Г., Журавлева И. В. и др. Горючие сланцы / ЭстНИИНТИ, 1983, № 11. С. 9—15.

*«Ленгипронефтехим»
Санкт-Петербург,
Российская Федерация*

*"Lengiproneftekhim"
Sankt-Petersburg
Russian Federation*

*Представил Ю. Тедер
Поступила в редакцию
20.04.91*

*Presented by J. Teder
Received 20 April 1991*