



JUN 6 1961

Distr.
LIMITEE

E/CONF.35/G/63/SUMMARY
10 mai 1961
FRANCAIS/ANGLAIS
ORIGINAL: FRANCAIS



**UNITED NATIONS
CONFERENCE
ON NEW SOURCES
OF ENERGY**

**CONFÉRENCE
DES NATIONS UNIES
SUR LES SOURCES NOUVELLES
D'ÉNERGIE**

SOLAR ENERGY, WIND POWER AND GEOTHERMAL ENERGY

ÉNERGIE SOLAIRE, ÉNERGIE ÉOLIENNE ET ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

Point de l'ordre du jour/Agenda item:

II.A.3.(b) -

Utilisation de l'énergie géothermique pour le chauffage; systèmes combinés pour la production d'électricité et le chauffage avec éventuellement extraction de sous-produits -
Systèmes combinés et sous-produits

Utilization of geothermal energy for heating purposes and combined schemes involving power generation, heating and/or by-products -
Combined schemes and by-products

**PROBLEMES TECHNIQUES ET ECONOMIQUES SOULEVES
PAR LA PRESENCE D'IMPURETES CHIMIQUES DANS LES
FLUIDES D'ORIGINE GEOTHERMIQUE**

Par le professeur Carlo GARBATO, ingénieur
Faculté du Génie civil, Université de Pise, Italie

**TECHNICAL AND ECONOMIC PROBLEMS
DUE TO THE PRESENCE OF CHEMICAL IMPURITIES
IN FLUIDS OF GEOTHERMAL ORIGIN**

By Professor Carlo GARBATO
Engineer, Faculty of Engineering
University of Pisa, Italy

PAPERS HAVE BEEN CONTRIBUTED TO THE UNITED NATIONS CONFERENCE ON NEW SOURCES OF ENERGY BY INVITATION AND ARE FOR DISTRIBUTION AS WORKING PAPERS FOR THAT CONFERENCE. THEY ARE PUBLISHED AS PRESENTED BY THE AUTHORS, AND THE CONTENTS AND THE VIEWS EXPRESSED ARE THOSE OF THE AUTHORS.

(See notes overleaf)

LES AUTEURS ONT PRESENTE SUR INVITATION A LA CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR LES SOURCES NOUVELLES D'ENERGIE DES MEMOIRES QUI SERONT DISTRIBUES COMME DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA CONFERENCE. CES MEMOIRES SONT PUBLIES TELS QUE LES AUTEURS LES ONT REDIGES ET LES VUES QU'ILS CONTIENNENT SONT CELLES DES AUTEURS.

(Voir notes au verso)

NOTES

1. The working languages of the Conference are English and French. All papers contributed are reproduced in one or other of these two languages. Where a paper has been reproduced in both working languages for the convenience of a rapporteur, both language versions are provided as part of the Conference documentation.

2. Where any paper has been contributed in one of the official languages of the UN other than English or French, then it has been made available to the conference in that language. A translation of such papers in either English or French (according to the request of the relevant rapporteur) is provided.

3. Summaries of all papers, as presented by the authors, will be available in both working languages—English and French. Summaries will not include diagrams and photographs and should be read in conjunction with the paper proper, which will bear the same reference number as the summary.

4. Papers and summaries will not be generally available for distribution to other than participants and contributors to the Conference until after the Conference, under publication arrangements to be announced.

1. Les langues de travail de la Conférence sont l'anglais et le français. Tous les mémoires présentés sont reproduits dans l'une ou l'autre de ces deux langues. Lorsqu'un mémoire est reproduit dans les deux langues de travail sur la demande d'un rapporteur, la version anglaise et la version française du mémoire font toutes deux parties de la documentation de la Conférence.

2. Lorsqu'un mémoire est présenté dans une langue officielle de l'ONU autre que l'anglais ou le français, il est publié dans cette langue. Les mémoires appartenant à cette catégorie sont en outre publiés en traduction anglaise ou française (selon la demande du rapporteur chargé du sujet considéré).

3. Des résumés de tous les mémoires, établis par les auteurs eux-mêmes, seront publiés dans les deux langues de travail: anglais et français. Les résumés ne contiendront ni diagrammes ni photographies, et il conviendra de les rapprocher du mémoire lui-même, qui portera le même numéro de référence que le résumé.

4. Les mémoires et les résumés ne pourront en général être distribués à des personnes autres que les participants et les auteurs qu'après la Conférence et selon des modalités de publication qui seront annoncées ultérieurement.

PROBLEMES TECHNIQUES ET ECONOMIQUES SOULEVES PAR LA PRESENCE
D'IMPURETES CHIMIQUES DANS LES FLUIDES D'ORIGINE GEOTHERMIQUE

par le professeur Carlo Garbato, Ingénieur

Université de Pise - Faculté du Génie Civil

Résumé

Les impuretés chimiques qui accompagnent la vapeur d'eau d'origine géothermique, sous forme de gaz ou de vapeurs, sont, parmi les substances dissoutes dans les eaux souterraines d'où se dégage cette vapeur d'eau, celles dont la volatilité relative est suffisante pour qu'elles puissent se présenter sous cette forme. C'est-à-dire que le nombre de ces impuretés chimiques est relativement restreint: en général, leur valeur commerciale est limitée et les problèmes soulevés par leur présence se réduisent, en fin de compte, au besoin de les éliminer en vue de réduire la consommation d'énergie nécessaire à l'extraction des produits non-condensables des condenseurs des turbines et de limiter les frais d'entretien des machines et des matériaux rendus nécessaires par la corrosion due à certaines impuretés, ainsi que d'éviter le rejet, à l'atmosphère et aux eaux naturelles, de produits nocifs aux hommes, aux animaux et à la végétation.

Les plus importantes de ces impuretés sont: l'anhydride carbonique, l'hydrogène sulfuré, l'ammoniac et ses sels volatils et l'acide borique.

A Larderello, on s'est attaqué au problème des impuretés chimiques de diverses manières: en ce qui concerne l'extraction des produits non-condensables des condenseurs de turbine, on a essayé et on est encore

en train d'étudier, malgré certains résultats un peu décevants, la condensation de la vapeur et l'absorption chimique du CO₂ (suivie d'un stripping servant à la régénération des solutions actives). Pour l'hydrogène sulfuré, deux installations sont en service, l'une qui l'extrait par la voie sèche en se servant d'oxyde de fer, conformément à la technique classique des caisses de cokeries, l'autre qui met en oeuvre un procédé de traitement en milieu aqueux avec des solutions arsenicales à faible teneur en As₂O₃. C'est la seconde, malgré les difficultés soulevées par la forte acidité des gaz, qui semble donner les résultats économiques les plus satisfaisants.

L'acide borique, pour la récupération duquel le gîte de Larderello avait été mis en exploitation à l'origine, est produit aujourd'hui, pour sa majeure partie, par la transformation de minerais importés du Proche Orient. Compte tenu de l'évolution du marché dans le sens d'une consommation toujours croissante avec la baisse de prix continue que ceci comporte, l'exploitation des sources géothermiques de Larderello ne suffisait plus quant au volume nécessaire à une bonne exploitation et le prix de revient était trop élevé. Seul un lavage de la vapeur par une solution basique, effectué dans le but de réduire les frais d'entretien des turbines, donne des solutions de borax ayant une concentration suffisante pour qu'une cristallisation économique soit réalisable. Ce lavage, en revanche, réduit la production d'électricité. Il s'agit donc d'établir un bilan économique qui tienne compte de la réduction des frais d'entretien d'une part et du nombre de kW/h perdus de l'autre. Une étude de ce genre est en cours à plusieurs centrales du champ, mais, logiquement, elle exigera beaucoup de temps. Il n'en va pas de même pour certains puits, dont la vapeur contient du chlorure d'ammonium: dans leur cas, le lavage est absolument nécessaire.

A titre de conclusions générales, on peut affirmer que la purification de la vapeur et des gaz d'échappement des turbines est une opération coûteuse, dont il faut pleinement tenir compte dans le calcul des frais de production de l'énergie. La production de composés chimiques qui en résulte vient bien réduire les frais afférents à cette purification, mais, dans les conditions normales du marché, le bilan économique de l'opération se solde habituellement par un passif.

TECHNICAL AND ECONOMIC PROBLEMS DUE TO THE PRESENCE OF CHEMICAL
IMPURITIES IN FLUIDS OF GEOTHERMAL ORIGIN

by

Professor CARLO GARBATO, Engineer,
Faculty of Engineering, University of Pisa

SUMMARY

The chemical impurities in gas or vapor form that accompany geothermal steam are the more volatile of the substances dissolved in the underground water from which that steam is liberated. The number of impurities is thus relatively small, and in general they are of but limited commercial value. The problems due to their presence reduce down to their elimination, in order to decrease the consumption of energy required to remove the incondensable substances from the turbine condensers, to decrease the maintenance and replacement charges for machines and materials due to corrosion by some of these impurities, and to avoid the discharge into the atmosphere, of substances noxious to man, plants and animals.

The most important of these impurities are carbon dioxide, hydrogen sulfide, ammonia and its volatile salts, and boric acid.

The problem of chemical impurities has been attacked in various ways at Larderello. The removal of incondensable substances from the turbine condensers has been tried, and is still under study, in spite of certain unfavourable results. The same is true of the condensation of the steam and the chemical absorption of the CO_2 (followed by stripping to regenerate the active solutions). Two hydrogen sulfide extraction plants are now in operation, one by the dry way, with iron oxide, following the classical process of the coking plant boxes, the other by the wet way, with arsenical solutions of low As_2O_3 content. In spite of the difficulties due to the strong acidity of the gases, the wet way appears to give more economic results.

Boric acid, which originally motivated the exploitation of the Larderello basin, is produced mainly from Near East minerals today. The market has been developing in the direction of continually increasing consumption and constantly declining prices for this compound; and, faced by this development, the exploitation of the geothermal springs of Larderello did not supply a sufficient quantity of product, while the cost was also too high. Only the alkaline washing of the steam, performed with the object of reducing the maintenance costs of the turbines, yields borax solutions concentrated enough for economic crystallization. On the other hand, this washing is responsible for a decreased output of electric power. The question now is to determine the economic balance between the decrease in the maintenance costs and the loss in kwh. Such studies are being made at various power stations, but logically they demand long-term data, except in the case of certain wells where the steam contains ammonium chloride, in which case washing is absolutely necessary.

It may be stated as a general conclusion that the purification of the exhaust steam and gases from the turbines is an unprofitable operation which must be charged to operating costs of power generation. The chemical production that results does decrease the purification costs; but under normal market conditions the economic profit-and-loss statement of this operation closes with a net expense item, not a net profit.

