

MDHS

Methods for the Determination of Hazardous Substances

Health and Safety Laboratory



14/3

General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust

February 2000

INTRODUCTION

1 This MDHS aims to guide those who wish to measure the concentrations of respirable and/or inhalable dust in air, for the purpose of monitoring workplace exposure. It updates and replaces MDHS 14/2.¹ The principal change is that the recommended sampling procedures for inhalable dust have been revised to take account of new data comparing results obtained using different sampling methods for inhalable dust in a range of workplaces.² This revised guidance seeks to ensure the best possible method performance under real workplace conditions, and to ensure consistency with the requirements of European³ and international⁴ standards for workplace dust measurement.

Requirements of the Control of Substances Hazardous to Health (COSHH) Regulations 1999

2 Those who carry out and supervise the procedures described in this MDHS could be exposed to various hazardous substances, and therefore should be aware of the requirements of the COSHH Regulations.⁵ These are designed to ensure that the exposure of people at work to substances that could cause health damage is either prevented, or where that is not reasonably practicable, adequately controlled. Employers are required to make an assessment of the health risk created by such work, and to prevent or control exposure to the substances involved. The COSHH Regulations also require that persons who could be exposed to substances hazardous to health receive suitable and sufficient information, instruction and training. Employers must ensure that their responsibilities under the COSHH Regulations are fulfilled before allowing employees to undertake any procedure described in this MDHS.

3 Guidance is given in the Approved Codes of Practices for the Control of Substances Hazardous to Health Regulations (the *General COSHH ACOP*), the Control of Carcinogenic Substances Regulations (the *Carcinogens ACOP*) and the Control of Biological Agents Regulations (the *Biological Agents ACOP*), which are included in a single publication with the COSHH Regulations.⁶

Occurrence, properties and uses

4 A number of materials hazardous to health occur in the workplace in the form of aerosols, ie suspensions of solid or liquid particles in air. Dust is generally understood to be an aerosol of solid particles, mechanically produced, with individual particle diameters of 0.1 μm upwards. Fume is an aerosol of solid particles generated by condensation from the vapour state usually following the volatilisation of molten metals. The individual particle diameters are typically less than 1 μm , though the existence of multi-particle aggregates is common. Exposure limits have been defined for many individual dusts and fumes.⁷ In order to demonstrate that personal exposure is adequately controlled, it is usually necessary to determine the concentration of dust present by means of personal sampling. In some cases a direct determination of the dust concentration is all that is needed. In other cases a subsequent analytical technique is applied for the determination of a particular element or compound present in the dust.

5 This publication describes the general methods recommended for the sampling and gravimetric determination of dust concentrations; for some applications (listed in Appendix 1) modified techniques are required and the relevant guidance should be consulted. Where further analysis for specific constituents of the collected sample is required, reference should be made to the appropriate MDHS⁸ method sheet. HSE Guidance Note HSG173⁹ gives general guidance on workplace monitoring.

Health effects

6 Most industrial dusts contain particles of a wide range of sizes. The behaviour, deposition and fate of any particle after entry into the human respiratory system, and the response that it elicits, depends on the nature and size of the particle.³ For the purposes of occupational hygiene, it is important to consider the concentrations of dust present in different size fractions.

Inhalable dust (also termed 'total inhalable dust')

7 Inhalable dust approximates to the fraction of airborne material that enters the nose and mouth during breathing, and is therefore available for deposition in the respiratory tract. This definition of inhalable dust appears in Regulation 2(1) of COSHH. The inhalable fraction depends on the prevailing air movement around the exposed person (wind speed and direction), and on whether breathing is by nose or mouth. It is, however, possible to define a target specification for sampling instruments that approximates to the inhalable fraction, for representative values of breathing rate, and for a person exposed equally to all wind directions. The target specification given by the European Standards Organisation (CEN)³ and the International Standards Organisation (ISO),⁴ published in the UK as part of BS EN 481:1993, has been adopted in the UK.

8 In previous revisions of this MDHS,¹ and in other key HSE publications,⁷ inhalable dust has been referred to as 'total inhalable' dust, although the two terms are clearly intended to have the same meaning. It has now been established that the sampling methods previously adopted for 'total inhalable' dust, when used as recommended in this updated MDHS, have characteristics that approximate to the BS EN481 target specification (see paragraph 17). Hence, the terms 'total inhalable' and 'inhalable' may be regarded as interchangeable.

Respirable dust

9 Respirable dust approximates to the fraction of airborne material that penetrates to the gas exchange region of the lung. The respirable fraction varies for different individuals; however, it is possible to define a target specification for sampling instruments that approximates to the respirable fraction for the average person. The target specification given by ISO and CEN and published in the UK as part of BS EN 481:1993 has been adopted in the UK.

Health and safety precautions

10 Information leaflets in HSE's MS(A) series¹⁰ are available for several dusty compounds and processes. These summarise the risks involved in working with dusty compounds and what can be done to control them.

11 Guidance Notes in HSE's Environmental Hygiene series¹¹ are also available for several dusty compounds and processes. These describe measures to prevent and control exposure, emergency procedures and health surveillance.

Exposure limits

12 Regulation 7 of the Control of Substances Hazardous to Health Regulations (COSHH) 1999⁵ lays down the requirements for the use of maximum exposure limits (MELs) and occupational exposure standards (OESs) for the purpose of achieving adequate control of worker exposure.

13 The Health and Safety Commission has approved OESs and MELs for a number of dusts and fumes in air. These include long-term (8-hour time-weighted average) and, in some cases, short-term (usually 15 minutes) exposure limits. UK limit values are expressed in terms of either 'total inhalable' dust or respirable dust. Unless otherwise specified (Appendix 1), the sampling methods recommended in this MDHS may be used to compare workplace dust concentrations with these limit values.

14 Maximum exposure limits and occupational exposure standards are published in Tables 1 and 2 of HSE Guidance Note EH 40.⁷ That publication sets out the indicative criteria used by WATCH and ACTS in making recommendations for limits. The criteria on which some individual limits are based are documented in HSE Guidance Notes EH 64^{12,13} and EH 65.¹⁴

15 The absence of a specific limit in HSE Guidance Note EH 40⁷ does not mean that a dust or fume is not harmful. Information on the likely hazard to health of such substances can be found in a number of reference works.^{15,16} Dusty compounds for which no exposure limits are specified are currently subject to the requirements of the COSHH Regulations. These state that a 'dust of any kind' is regarded as hazardous to health when present at a substantial concentration in air. A 'substantial' concentration of dust should be taken as a concentration of 10 mg m⁻³ (8-hour time-weighted average) of total inhalable dust or 4 mg m⁻³ (8-hour time-weighted average) of respirable dust, where there is no indication of the need for a lower value.

SCOPE

Applicability

16 The methods described in this MDHS are suitable for the determination of the concentrations of most dusts and fumes in the workplace. For a few materials special methods exist (see Appendix 1), and reference should be made to the specific method document. Interpretation of results is discussed in HSE Guidance Notes EH40⁷ and HSG173.⁹

METHOD PERFORMANCE

17 The sampling methods for inhalable and respirable dust described in this MDHS have been evaluated in both laboratory and field-based tests to determine their performance with respect to the BS EN481 target specifications. A pan-European study of inhalable dust sampling methods was carried out to evaluate instrument performance under controlled laboratory conditions, at wind speeds ranging from 0.5 to 4 m/sec.¹⁷ A subsequent laboratory-based study extended the performance evaluation to situations with very low external winds.¹⁸ Finally, results obtained using different inhalable dust sampling methods have been compared in a range of workplaces.^{2,19} The results from this body of research have been used to select those methods for which the bias and precision are within acceptable limits²⁰ (see paragraphs 20, 22 and 24).

18 The performance of the various respirable dust sampling methods recommended in this MDHS has been evaluated fully and the results published in a number of papers.^{21,22,23,24,25} This body of research has enabled the sampling methods to be optimised with respect to the BS EN481 target specification for respirable dust sampling.

Detection limits

19 The lower limit of detection of gravimetric analysis is determined primarily by the length of the sampling period, the sensitivity of the balance, and the weight stability of the substrate (eg filter) used to collect and weigh the sample. These factors should be chosen to ensure whenever possible that the lower limit of detection is an order of magnitude lower than the appropriate exposure limit. Useful information on how to determine and reduce gravimetric detection limits can be found in an International Standard on gravimetric analysis, currently under preparation.²⁶

Bias

Sampler bias

20 The three inhalable dust sampler types recommended in this MDHS are the Institute of Occupational Medicine (IOM) sampler, the conical inhalable sampler (CIS) and the multi-orifice (or seven-hole) sampler. See paragraph 28 for a full description with illustrations. A sampling bias of less than $\pm 5\%$ is typical for the IOM inhalable dust sampler, but the conical inhalable and multi-orifice samplers may exhibit larger biases (either positive or negative) under some workplace conditions.^{17,18} Problematic situations often leading to negative bias are those where there are high winds, for example outdoors, and where large particles are generated by the work process. Positive bias can result from incorrect handling of the CIS and multi-orifice samplers after use, as the sampler design can allow unintended contamination of the filter. Transport procedures that minimise the potential for such contamination are recommended in paragraph 48.

21 Where workers are very close to dust sources, samplers positioned on the upper chest may in some instances be subjected to a localised high dust concentration that does not represent the air breathed by the worker. The presence of this problem can often be detected by the use of additional unpumped personal samplers as described in paragraph 42.

22 For respirable dust samplers, bias generally depends strongly on particle size, but should in most circumstances be within $\pm 10\%$.^{21,22}

Analytical bias

23 Gravimetric analysis should be unbiased provided that the procedures described in paragraph 55 to correct for blank weight changes are followed.

Precision

24 The main source of imprecision in the

measurement of workplace dust concentrations is the non-uniformity of the dust cloud surrounding the worker. Analytical and sampling imprecision is generally very small in comparison. Workplace-based studies using pairs of samplers on each worker have been used to determine the real imprecision in dust sampling results. For inhalable sampling, for example, a second contemporaneous sample on a worker was found to lie within a factor of two of the first sample, on 95% of occasions.¹⁹ A similar study with pairs of respirable dust samplers is currently under way.

PRINCIPLE

25 A measured volume of air is drawn through a collection substrate such as a filter mounted in a sampler, and the mass of dust collected is determined by weighing the substrate before and after sampling.

DUST SAMPLING EQUIPMENT

26 Different instruments are needed according to whether respirable or inhalable dust is to be collected; paragraphs 28 to 30 give specific guidance. The essential features of all systems are a collection substrate such as a filter and a pump for pulling the air through it; the collection substrate may be held within a cassette system placed within the respirable or inhalable sampler. The pump unit must be capable of maintaining smooth flow at the specified rate throughout the sampling period.

27 In personal sampling, the sampler is attached to the wearer within his or her breathing zone, and the pump (if external to the sampler) is connected to it by a length of flexible tubing and worn on a belt, harness, or in a pocket. The breathing zone is the space around the worker's face from where the breath is taken, and is generally accepted to extend no more than 30 cm from the mouth. Personal sampling instruments are normally mounted therefore on the upper chest, close to the collar-bone.

Personal sampling for inhalable dust

28 Three examples of personal sampler for inhalable dust are the multi-orifice sampler (Figure 1), the Institute of Occupational Medicine (IOM) sampler (Figure 2) and the conical inhalable sampler (CIS, Figure 3). The multi-orifice and IOM samplers require a pump unit capable of maintaining a smooth flowrate of 2.0 ± 0.1 litre/min throughout the sampling period. The CIS operates at a higher flow rate, and requires a pump unit capable of maintaining a smooth flowrate of 3.5 ± 0.1 litre/min throughout the sampling period. For details of suppliers see Appendix 2. Other types of sampling instrument may also give satisfactory performance, although the equivalence of results for the substances of interest should be established.²⁶ Of the three sampler types depicted, the IOM sampler has been shown to give the best agreement with the BS EN481 target specification for the inhalable fraction, under the widest range of workplace conditions, and is therefore usually the preferred method of sampling (see paragraphs 17 to 24). Special precautions are

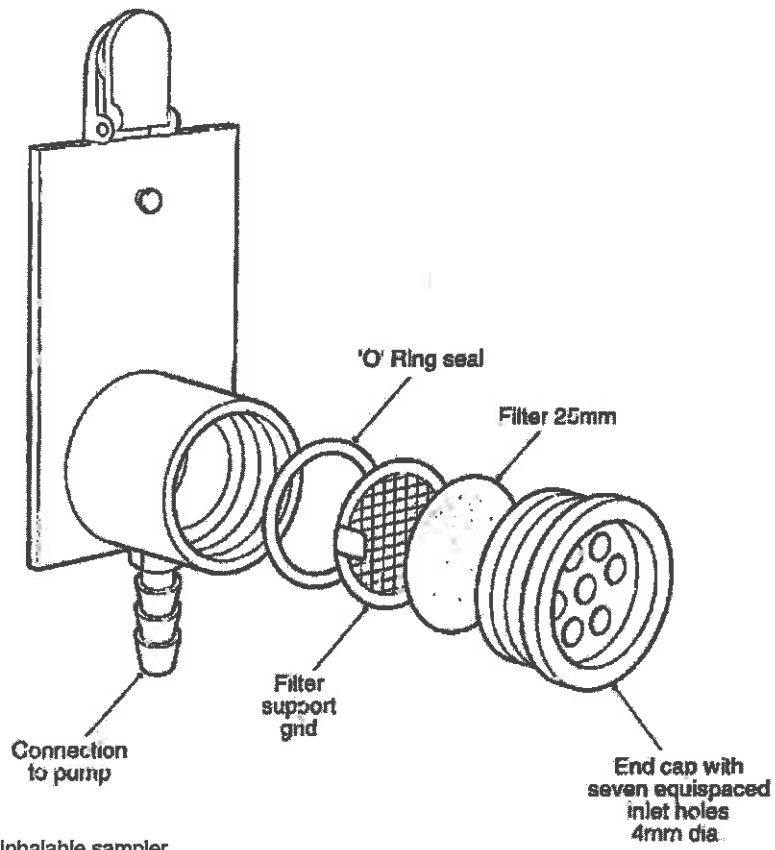


Figure 1 Multi-orifice total Inhalable sampler

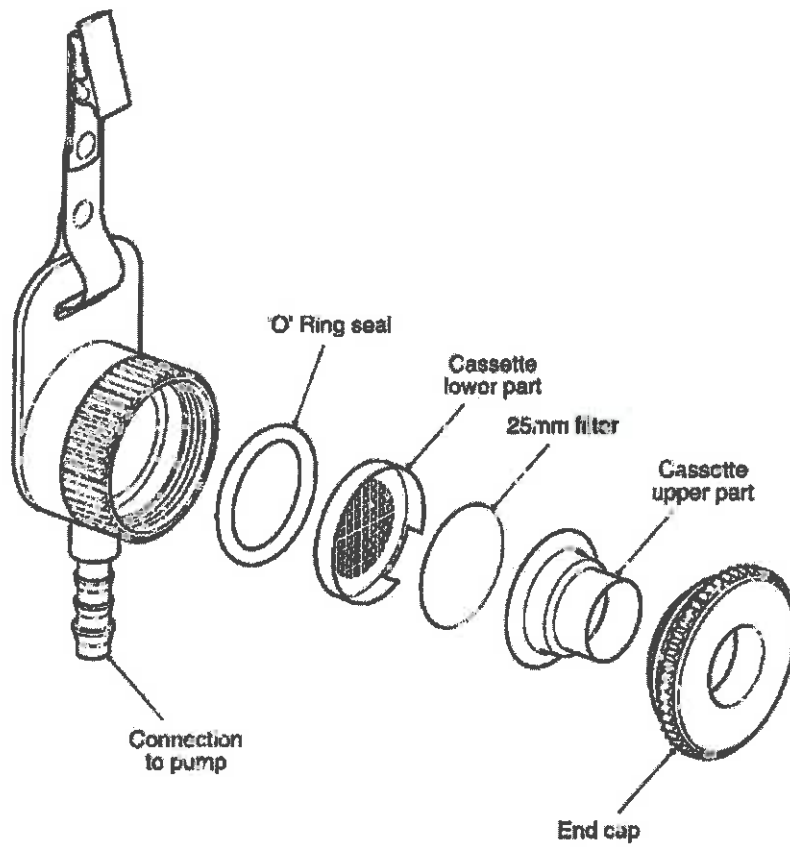


Figure 2 IOM inhalable sampler

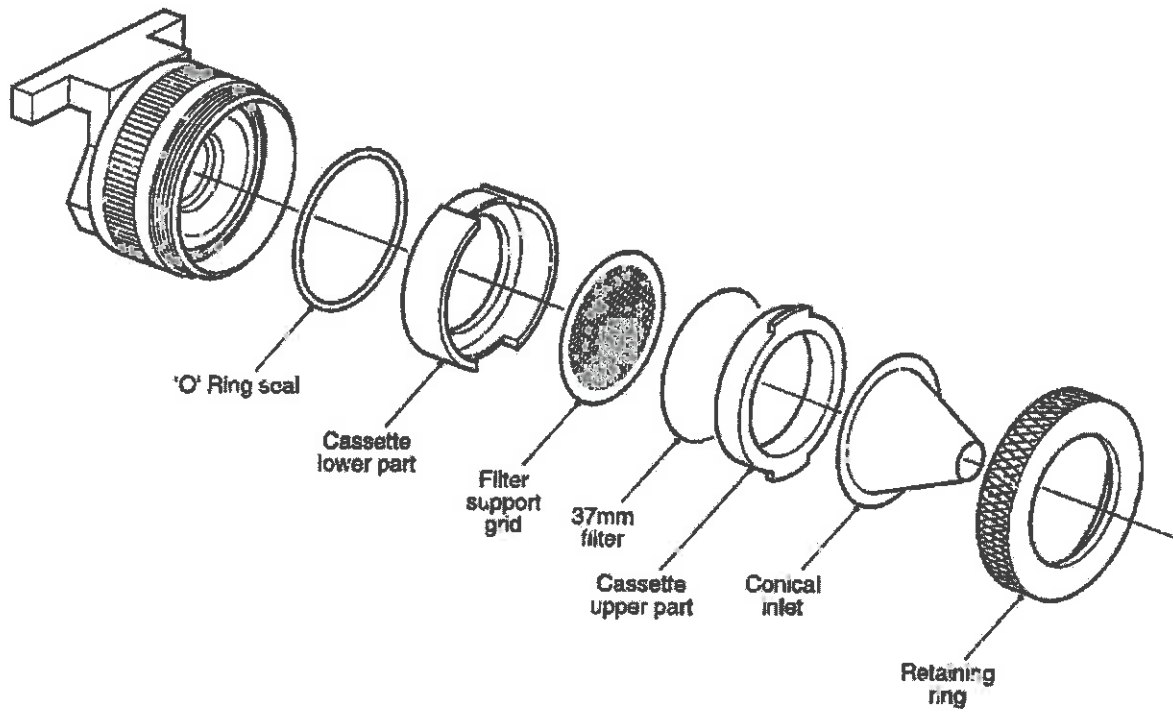


Figure 3 Conical inhalable sampler

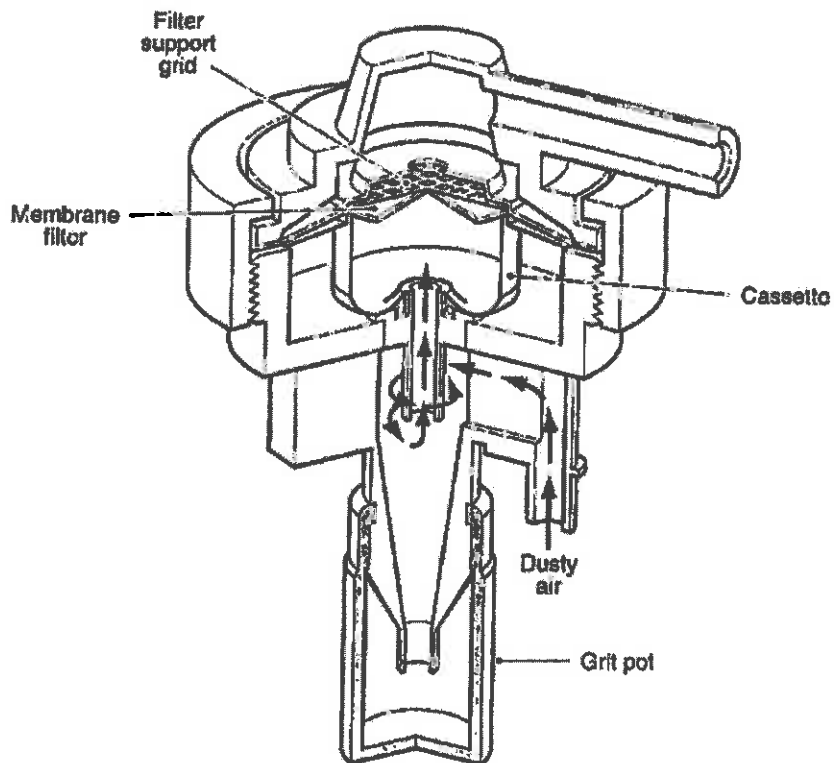


Figure 4 Cyclone respirable sampler

required if one of the other two sampler types is used, in order to prevent significant underestimation or overestimation of personal exposures (see paragraph 19). In most circumstances, and with correct handling, the bias introduced by choosing a sampler type other than the IOM sampler will be small compared with the imprecision of the exposure estimate (paragraph 24).

Background sampling for inhalable dust

29 Fixed point sampling may be used to determine background levels of dust in the workplace, although it is not appropriate to compare fixed point (background) samples with the exposure limit, because the distribution of dust in the workplace is not uniform. In addition to this discrepancy, because of aerodynamic effects, background samplers will not exhibit the same characteristics as when mounted on the body, and will usually underestimate the inhalable dust concentration. If used for background sampling, personal samplers should be positioned at approximately head height, away from obstructions, fresh air inlets or strong winds. The sampling procedures are otherwise the same as for personal sampling.

Personal sampling for respirable dust

30 The respirable fraction is generally collected using a cyclone preselector (see, for example, Figure 4). The cyclone type typically used in the UK is of the generic Higgins-Dewell design, which should be operated at a flow rate of 2.2 ± 0.1 litre/min for optimal agreement with the BS EN481 respirable convention. Alternative cyclone types that also agree with the respirable convention at specified flow rates can also be used. Some examples are the 10-mm Dorr-Oliver cyclone (used at 1.7 ± 0.1 litre/min) and the GK2.69 cyclone (used at 4.2 ± 0.1 litre/min). Other types of personal sampler that give equivalent results are the CIP10-R respirable sampler with integral pump, operated at 10 litres/min, and the IOM dual-fraction respirable sampler (used at 2 litre/min). For details of suppliers see Appendix 2. Other types of sampling instrument may also give satisfactory performance, although the equivalence of results for the substances of interest should be established.²⁷

Background sampling for respirable dust

31 In use, the personal samplers should be mounted at approximately head height, away from obstructions, fresh air inlets or strong winds. The sampling procedures are otherwise the same as for personal sampling. Again it is not appropriate to compare fixed point (background) samples with the exposure limit.

Collection substrates

32 The choice of collection substrates (eg filters, foams) will normally be dictated by the choice of sampling instrument and by analytical considerations. Factors affecting substrate choice for gravimetric analysis are discussed in paragraphs 49 to 51. In some types of sampler the collection substrate is held within a cassette that is intended to be weighed along with the

filter, ie dust collected on the inner walls of the cassette forms part of the sample. In other instruments the collection substrate is held within a holder that is *not* intended to be weighed along with the filter. The operating instructions supplied by the manufacturer should be consulted to find out exactly what parts of the sampler should be included in the analytical procedure.

Sampling pumps

33 Sampling pumps used for dust sampling should have as a minimum the following features:

- an automatic flow control which keeps the volumetric flow rate constant to within ± 0.1 litre/min in the case of changing back pressure;
- either a malfunction indicator, which following the completion of sampling indicates that the air flow has been reduced or interrupted during sampling; or an automatic cut-out, which stops if the pump flow is reduced or interrupted;
- a facility for adjustment of the flow rate such that it can only be actuated with the aid of a tool (eg a screw driver) or requires special knowledge for operation (eg software), so as to prevent inadvertent adjustment of the flow rate during use;
- for cyclone samplers, pulsation damped flow is particularly important and an external pulsation damper must be used if the pump does not contain an integral damper.

In addition, compliance with the requirements of BS EN1232 is recommended.²⁸

Ancillary equipment

34 A portable flow meter, capable of measuring the desired volumetric flow rate to within 0.1 litre/min, and calibrated against a primary standard (ie a flow meter whose accuracy is traceable to national standards). Bubble flow meters are preferred for measuring the volumetric flow rate because the readings they give are independent of temperature and pressure. For other flow meters, it may be necessary to measure the temperature and pressure at the time of use and apply corrections if these differ from the conditions under which the flow meter was calibrated.

35 For personal sampling, belts or harnesses to which the sampling pumps can conveniently be fixed, unless they are small enough to fit inside workers' pockets.

36 A means to transport the samples from the workplace to the laboratory, which minimises the possibility of accidental transfers of collected dust to or from the collection substrate; flat-tipped forceps for handling filters where used.

DUST SAMPLING PROCEDURE

Preparation of personal sampling equipment

37 Clean the samplers before use. Disassemble parts that come into contact with dust, soak in detergent solution, rinse thoroughly with water and allow to dry before reassembly. Refer to the manufacturer's instructions before disassembly.

38 In a clean, dust-free environment, load the samplers with pre-weighed collection substrates or cassettes, label each sampler so that it can be uniquely identified, and seal with its protective cover or plug to prevent contamination.

39 Set the volumetric flow rate in a clean area. Connect each loaded sampler to a sampling pump, ensuring that no leaks can occur. Remove the protective cover from the sampler, switch on the sampling pump, and attach the calibrated flow meter so that it measures the flow through the sampler's inlet orifice(s). Note that for the CIP10 sampler a different procedure is required; refer to the manufacturer's instructions. Allow the pump to stabilise before measuring and adjusting the flow (for older pumps this may require several minutes. In this situation it is advisable to stabilise the flow rate through a 'warm-up' sampler, which is not otherwise used, to reduce the risk of contamination.) Set the flow rate to the required value (± 0.1 litre/min). Switch off the pump and replace the protective cover on the sampler. Note that if the temperature and pressure in the environment where the samplers are used differ from where the flow rate was set, the volumetric flow rate may change and need to be re-adjusted before sampling.

40 Retain as blanks one unused loaded sampler (or loaded cassette) from each batch of ten prepared; a minimum of three blanks should always be kept. Treat these as far as possible in the same manner as those actually used for sampling, in respect of transport to and from the sampling site, but do not draw air through them.

41 Attach the sampling instrument to the worker on his or her upper chest, not more than 30 cm away from the nose-mouth region. Cyclone samplers are not generally sensitive to orientation, but should if possible be attached with the grit-pot at the base as shown in Figure 4. Attach the pump to a belt or harness so that it causes minimum inconvenience to the worker, and safely secure any tubing used to connect the sampler and pump.

42 When deciding where to position samplers, give consideration to the nature of the processes being undertaken by the worker and whether these may cause differences in the dust concentration within the breathing zone. This is particularly important where the sources of dust are close to the breathing zone, where large particles are generated by the process, and where the inhalable dust concentration is to be measured. Ensure that, as far as possible, the position at which the sampler is mounted will reflect the exposure of the worker. Where

there are dust sources very close to the worker, it may be useful to employ a second unpumped sampler, identical in all respects to the pumped sampler except with no pump connected, mounted close to the pumped sampler and exposed to dust over the same time period. Procedures for comparing and interpreting the results from the pumped-unpumped sampler pair are given in paragraph 57.

43 When ready to begin sampling, remove the protective cover from the sampler and switch on the pump. Record the time and volumetric flow rate at the beginning of the sampling period. If the pump is fitted with an integral timer, ensure that this is reset to zero. Check the sampler and pump periodically during sampling to see that the equipment is still working, and if necessary re-measure and adjust the flow rate.

44 At the end of the sampling period, carefully dismount the sampling equipment from the worker without subjecting it to mechanical shocks. Carefully move the used sampling equipment to a clean, dust-free area such as that used for sampler preparation. Cyclones and CIP10s must be retained upright when switched off, until the filter has been removed. Measure the volumetric flow rate to an accuracy of 0.1 litre/min using the calibrated flow meter. Record the flow rate and the sampling time, and calculate the duration of the sampling period. If the pump is fitted with an integral timer, check that the indicated period agrees with the calculated period. Consider the sample to be invalid if the two sampling times differ by more than 5%, since this indicates that the pump did not operate for the entire period.

45 Carefully record the sample identity and all relevant sampling data. For inhalable sampling, calculate the mean volumetric flow rate by averaging the flow measurements made at the beginning and end of the sampling period. For respirable sampling, consider the sample to be invalid if the two measured flow rates differ by more 0.1 litre/min or 5% (whichever is larger). Where the sample is valid, assume that the mean volumetric flow rate is exactly equal to the recommended flow rate (eg 2.2 litre/min for the Higgins-Dewell cyclone).

46 For samplers that collect the dust on a filter alone, remove the filter from each sampler using flat-tipped forceps, place in a labelled filter transport container and close with a lid. Take particular care to prevent dust being dislodged from heavily-loaded filters. Note that when using the CIS or multi-orifice sampler types, it is essential to handle the loaded samplers with great care before the filters are removed. Ideally, filters should be removed before transport to a remote laboratory in order to prevent movements of loose material within the sampling heads. If this is not done, additional material can fall from the insides of the sampler onto the filter, causing positive sampling bias.

47 For samplers that use an internal cassette (eg the IOM sampler), remove the cassette from each sampler and fasten with the transport clip supplied by the manufacturer. Alternatively seal the samples within the sampler and return them to the laboratory for disassembly.

48 Transport the samples to the laboratory in a container designed to prevent damage in transit, and labelled to ensure proper handling. Carefully inspect the transport containers, clips etc for signs of loose material lost from the filters. In cases where losses are suspected, it may be necessary to develop and document special transport procedures for the used samplers. Special precautions to recover lost material, for example the use of weighable cassette covers and filter containers, are likely to be needed where samples are sent by post.

GRAVIMETRIC ANALYSIS EQUIPMENT

Filters

49 If sampling is carried out solely for the measurement of the gravimetric concentration, without analysis, glass fibre filters may be used. Fibre loss from such filters may occur during handling and may be significant if less than 1 mg of dust is collected. At such concentrations, silver, teflon or membrane filters should be used. Some types of filter (eg cellulose nitrate) can show excessive weight change due to moisture absorption, and other types (eg PVC, teflon) can show excessive static build-up. Filters made of mixed esters of cellulose do not have these drawbacks to the same degree. If analysis of the collected material is required, this is likely to determine the choice of filter, and the appropriate MDHS or other method sheet should be consulted.

50 The diameter of the filter needed will, in general, be dictated by the sampling apparatus used. For the instruments described in this MDHS, filter sizes of either 25 mm or 37 mm are required. Smaller filters have lower tare weights, but larger filters have lower resistance, and this may assist in maintenance of the correct flowrate.

Other substrate and cassette materials

51 The CIP10 sampler utilises a porous polyurethane foam substrate to collect particles, held in a small plastic cup that is weighed together with the foam. The IOM sampler utilises an internal cassette made of either plastic or metal that is weighed together with the filter it contains, as dust is collected on the inner walls of the cassette as well as on the filter. The IOM dual-fraction respirable sampler collects inhalable dust in the whole cassette, and respirable dust on the filter only. Consult the manufacturer's instructions when weighing samples taken with these instruments. Foams and plastic materials used for filter holders and cassettes may show large weight variations due to moisture absorption, unless the temperature and humidity of the conditioning and weighing environment is carefully controlled (or naturally stable).

Balance

52 The balance should have a range that easily accommodates the tare weights of the substrates, cassettes etc, and has readability (ie the finest division on the scale) of 0.01 mg or better. The pan should be large enough to accommodate the substrates used.

53 It should be noted that the reproducibility of weighing on a balance is usually substantially worse than might be expected from the finest division of the scale. Repeat weighing of unexposed substrates over several days is a better guide to true performance. The detection limit of the gravimetric analysis for a particular application can be estimated as approximately three times the standard deviation of weight changes of the group of three blank substrates included in each batch of samples, weighed before and after sampling.²⁹ The magnitude of the blank weight changes can be minimised by choosing less moisture-retentive substrate materials, or by better control of the temperature and humidity of the weighing environment.

WEIGHING PROCEDURE

Weighing the samples

54 The weight of dust collected is determined by weighing the substrates (in cassettes, where used) both before and after sampling. As a minimum, the accuracy of the balance should be checked with a calibrated standard weight at the intervals recommended by the balance manufacturer. For accurate determination of sample weights, the substrates should be conditioned by being placed in individual, labelled, clean tins (or other suitable containers), and left with the lids slightly ajar in the weighing environment overnight before each weighing. This time period is usually sufficient to allow moisture in the substrates to come into equilibrium with the weighing room atmosphere, although it should be noted that some types of substrate or cassettes may take longer to equilibrate.²⁶ In such cases the use of blanks to correct for weight changes due to moisture absorption is particularly important. The substrates should also be passed over the static eliminator before weighing to dissipate any electrostatic charge. After sampling, the conditioning procedure should be repeated before re-weighing.

55 Weight changes in the used sample substrates caused by variations in atmospheric conditions are corrected by weighing the blank substrates at the same time as the sample substrates, both before and after sampling. The average weight change of the blank substrates is subtracted from the weight change of each sample substrate, in order to calculate the net weight gain.

Calculation of dust concentration

56 The volume of air passing through the sampler is calculated by multiplying the mean volumetric flow rate in cubic metres per minute by the sampling time in minutes. (Note: flowrate in litre/min = 1000 x flowrate in m³/min.) The net weight gain (mg) of the sample substrate is divided by the volume of air sampled (m³) to give the average dust concentration in milligrams per cubic metre of air (mg/m³).

57 Where an unpumped sampler has been used alongside a pumped sampler on the same worker, the mass of material collected on the unpumped sampler would normally be expected to be between 5 and 20% of the mass collected on the pumped sampler over the same

period.^{2,28} In those instances where the dust concentrations are unusually high and variable, the unpumped sampler may collect an abnormally large mass of material. In these circumstances it is reasonable to assume that the pumped sampler positioned on the chest is not necessarily representative of the dust actually inhaled by the worker, and to either disregard the result, or treat it as a 'worst-case' estimate of personal exposure.

Sampling time

58 A long sampling time ensures a heavier deposit and therefore reduces the weighing inaccuracies. Sampling times should therefore be as long as is reasonably practical (preferably not less than four hours, unless short-term concentrations are being evaluated) and should be representative of the working periods of individuals exposed. Further guidance on this is given in Guidance Note EH42.⁷ If the dust concentration is so high that a single sample would be overloaded, several substrates should be used consecutively.

ADVICE

59 Advice on this method and the equipment used may be obtained from the Health and Safety Laboratory, Broad Lane, Sheffield S3 7HQ (tel: 0114 2892000, e-mail: hslinfo@hsl.gov.uk).

APPENDIX 2

Major UK suppliers of dust sampling instruments

Note: suppliers of pumps, balances, filters and other ancillary equipment are not listed.

Instrument	Supplier				
	Casella	JS Holdings	Labtech	MSA	SKC
IOM sampler					✓
Multi-orifice sampler	✓	✓			✓
Conical inhalable sampler	✓	✓			
Higgins-Dewell cyclone	✓	✓			✓
GK2.69 cyclone		✓			✓
10 mm cyclone				✓	✓
CIP10					✓
IOM dual-fraction					✓
Contact points					
Telephone	01234 841441	01438 316994	0161 4773004	01236 42466	01258 480188
Fax	01234 841490	01438 316994		01236 44081	01258 480184

The Health and Safety Executive wishes, wherever possible, to improve the methods described in this series. Any comments that might lead to improvements would, therefore, be welcomed and should be sent to the above address.

APPENDIX 1

Applications requiring modified techniques

1 Cotton dust and wool process dust sampling: the measurement of exposures for comparison with the new maximum exposure limits set by the 1996 amendments to the Control of Substances Hazardous to Health (COSHH) Regulations (1994) should be carried out using only the IOM personal inhalable sampler unless the equivalence of other methods for these substances has been established. The reason for this restriction is due to the presence of long fibres ('fly') in the dust; these cannot enter the multi-orifice sampler and so form a fibrous mat on the exterior, preventing more compact particles from being sampled as well. The 'fly' enters the orifice of the IOM sampler and is included in the sample weight. The maximum exposure limits have been set on the assumption that 'fly' will be sampled.

2 Coal tar pitch volatiles: measurement of particulates and cyclohexane-soluble material in air. For laboratory method using filters and gravimetric estimation, see MDHS 68 (latest revision).

3 Respirable dust in coal mines: the Coal Mines (Respirable Dust) Regulations 1975 and the Coal Mines (Respirable Dust) (Amendment) Regulations 1978 require background sampling using an instrument with horizontal elutriator to select the respirable fraction (MRE 113a sampler). These regulations are currently under review and the sampling and analysis of coal mine dust is likely to be the subject of a separate MDHS.

REFERENCES

- 1 Health and Safety Executive *General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and total inhalable dust* MDHS 14/2 HSE Books 1977 ISBN 0 7176 1295 3
- 2 Kenny L C and Thompson J *Overview of findings from workplace comparisons of inhalable samplers* HSL project report 1998 IR/A/98/12
- 3 British Standards Institution *Workplace atmospheres - Size fraction definitions for measurement of airborne particles* BS EN 481 1993 ISBN 0 580 22140 7
- 4 International Standards Organisation *Air quality - particle size fraction definitions for health-related sampling* ISO Standard 7708 1995
- 5 *Control of Substances Hazardous to Health Regulations 1999* SI 1999/437 HMSO 1999 ISBN 0 11 082087 8
- 6 Health and Safety Commission *General COSHH ACOP (Control of Substances Hazardous to Health) and Carcinogens ACOP (Control of Carcinogenic Substances) and Biological Agents ACOP (Control of Biological Agents): Control of Substances Hazardous to Health Regulations 1999 Approved Codes of Practice L5* HSE Books 1999 ISBN 0 7176 1670 3
- 7 Health and Safety Executive *Occupational exposure limits* EH40/99 (updated annually) HSE Books 1999 ISBN 0 7176 1474 3
- 8 Health and Safety Executive *Methods for the Determination of Hazardous Substances* MDHS Series HSE Books
- 9 Health and Safety Executive *Monitoring strategies for toxic substances* HSG173 HSE Books 1997 ISBN 0 7176 1411 5
- 10 Health and Safety Executive *Information leaflets* MS(A) series HSE Books
- 11 Health and Safety Executive *Environmental Hygiene* EH Series Guidance Notes HSE Books
- 12 Health and Safety Executive *Summary criteria for occupational exposure limits* EH 64 HSE Books 1996 ISBN 0 7176 1085 3
- 13 Health and Safety Executive *Criteria document summaries - 1997 supplement* EH 64 HSE Books 1997 ISBN 0 7176 1364 X; *1998 supplement* ISBN 0 7176 1576 6; *1999 supplement* ISBN 0 7176 2451 X
- 14 Health and Safety Executive *Criteria documents for OELs* EH 65 Series HSE Books
- 15 Sax N I (revised by Lewis R J) *Sax's dangerous properties of industrial materials* (3 vols) 9th edition Van Nostrand Reinhold 1996 ISBN 0 442 02025 2
- 16 Patty F A (editors George D and Clayton F E) *Patty's industrial hygiene and toxicology* (3 vols) 4th edition John Wiley ISBN 0 471 50197 2
- 17 Kenny et al A collaborative European study of personal inhalable aerosol sampler performance *Ann Occup Hyg* 1997 **41** 135-153
- 18 Kenny L C, Aitken R J, Baldwin P E J, Beaumont G and Maynard A D The sampling efficiency of personal inhalable aerosol samplers in very low air movements *J Aerosol Sci* 1999 **30** 627-638
- 19 Vaughan N P, Chalmers C P and Botham R A Field comparison of personal samplers for inhalable dust *Ann Occup Hyg* 1990 **34** 553-573
- 20 British Standards Institution *Workplace atmospheres - General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents* BS EN 482 BSI 1994 ISBN 0 580 23644 7
- 21 Maynard A D and Kenny L C Performance assessment of three personal cyclone models, using the Aerodynamic Particle Sizer *J Aerosol Sci* 1995 **26**(4) 671-684
- 22 Bartley D L, Chen C-C, Song R and Fischbach T J Respirable aerosol sampler performance testing *AIHA Journal* 1994 **55** 1036
- 23 Kenny L C and Gussman R A Characterisation and modelling of a family of cyclone aerosol pre-separators *J Aerosol Sci* 1996 **28** 677-688
- 24 Görner P and Fabriès J-F Industrial dust measurement according to the new sampling conventions *Occupational Hygiene* 1996 **3** 361
- 25 Kenny L C, Chung K, Dilworth M, Hammond C, Wynn Jones J, Shreeve Z and Winton J Applications of low-cost, dual-fraction dust samplers *Ann Occup Hyg* 2000 (in press)
- 26 International Standards Organisation *Air quality - gravimetric analysis of workplace aerosol collection media* TC146/SC2/WG1/Doc N228 1999 or revision thereof
- 27 Comité Européen de Normalization/Technical Committee 137/Working Group 3 *Assessment of performance of instruments for measurement of airborne particles* prEN 13205 CEN 1999 or revision thereof
- 28 British Standards Institution *Workplace atmospheres - pumps for personal sampling of chemical agents - requirements and test methods* BS EN 1232 BSI 1997 ISBN 0 580 28328 3
- 29 Vaughan N P, Milligan B D and Ogden T L Filter weighing reproducibility and the gravimetric detection limit *Ann Occ Hyg* 1989 **33** 331-337
- 30 Liden G, Jüringe L and Gudmundsson A Workplace validation of a laboratory evaluation test of samplers for inhalable and 'total' dust *J Aerosol Sci* (in press)

TITLES IN THE MDHS SERIES

- | | | | |
|------|---|------|--|
| 1 | Acrylonitrile charcoal tube/gas chromatography (GC) | 53 | 1,3 Butadiene thermal desorption/GC |
| 2 | Acrylonitrile pumped thermal desorption/GC | 54 | Protocol for assessing the performance of a pumped sampler for gases and vapours |
| 3 | Standard atmospheres syringe injection | 55 | Acrylonitrile diffusive/thermal desorption/GC |
| 4 | Standard atmospheres permeation tube | 56/2 | Hydrogen cyanide ion-selective electrode |
| 5 | On-site validation of methods | 57 | Acrylamide liquid chromatography |
| 6/3 | Lead atomic absorption (AA) | 59 | Manmade mineral fibres |
| 10/2 | Cadmium AA | 60 | Mixed hydrocarbons |
| 12/2 | Chromium AA | 61 | Total hexavalent chromium compounds in air colorimetric |
| 14/3 | Respirable and inhalable dust gravimetric | 62 | Aromatic carboxylic acid anhydrides |
| 15 | Carbon disulphide charcoal tube/GC | 63 | Butadiene diffusive/thermal desorption/GC |
| 16 | Mercury adsorbent tube (Hydrar) AA | 64 | Toluene charcoal diffusive/solvent desorption/GC |
| 17 | Benzene charcoal tube/GC | 65 | Mine road dust: determination of incombustible matter |
| 18 | Tetra alkyl lead continuous monitoring | 66 | Mixed hydrocarbons (C ₆ to C ₁₀) in air diffusive/thermal desorption/GC |
| 19 | Formaldehyde colorimetric (Chromotropic acid) | 67 | Total (and speciated) chromium in chromium plating mists colorimetric (1,5-diphenylcarbazine) |
| 20 | Styrene pumped charcoal tube/GC | 68 | Coal tar pitch volatiles |
| 21 | Glycol ethers charcoal tube/GC | 69 | Toluene diffusive/solvent desorption/GC |
| 22 | Benzene thermal desorption/GC | 70 | General methods for sampling airborne gases and vapours |
| 23 | Glycol ethers thermal desorption/GC | 71 | Analytical quality in workplace air monitoring |
| 24 | Vinyl chloride charcoal tube/GC | 72 | Volatile organic compounds in air |
| 25/2 | Organic isocyanates reagent bubbler/HPLC | 73 | Measurement of air change in factories and offices |
| 26 | Ethylene oxide charcoal tube/GC | 74 | n-Hexane in air diffusive/solvent desorption/GC |
| 27 | Diffusive sampler evaluation protocol | 75 | Aromatic amines solid sorbent/thermal desorption/GC |
| 28 | Chlorinated hydrocarbons charcoal tube/GC | 76 | Cristobalite in respirable dusts X-ray diffraction (direct method) |
| 29/2 | Beryllium AA | 77 | Asbestos in bulk materials |
| 30/2 | Cobalt AA | 78 | Formaldehyde diffusive/solvent desorption/liquid chromatography |
| 31 | Styrene pumped thermal desorption/GC | 79 | Peroxodisulphate salts mobile phase ion chromatography |
| 32 | Phthalate esters solvent desorption/GC | 80 | Volatile organic compounds diffusive/thermal desorption/GC |
| 33 | Adsorbent tube standards | 81 | Dustiness of powders and materials |
| 35/2 | HF and fluorides ion-selective electrode | 82 | The dust lamp |
| 36 | Toluene charcoal tube/GC | 83 | Resin acids GC |
| 37 | Quartz in respirable airborne dust direct infra-red | 84 | Oil mist from mineral oil-based metalworking fluids |
| 38 | Quartz in respirable airborne dust KBr disc technique | 85 | Triglycidyl isocyanurate in air pumped filter/desorption/liquid chromatography |
| 39/4 | Asbestos fibres light microscopy (European reference version) | 86 | Hydrazine in air |
| 40 | Toluene thermal desorption/GC | 87 | Fibres in air |
| 41/2 | Arsenic AA | 88 | Volatile organic compounds in air diffusive/solvent desorption/GC |
| 42/2 | Nickel AA | 89 | Dimethyl sulphate and diethyl sulphate thermal desorption/GC-mass spectrometry |
| 43 | Styrene diffusive/thermal desorption/GC | 90 | Alkyl 2-cyanoacrylates liquid chromatography |
| 44 | Styrene diffusive/solvent desorption/GC | 91 | Metals and metalloids XRF |
| 45 | Ethylene dibromide solvent desorption/GC | 92 | Azodicarbonamide high performance liquid chromatography |
| 46/2 | Platinum AA | 93 | Glutaraldehyde HPLC |
| 47 | Rubber fume in air measured as total particulates and cyclohexane soluble material | 94 | Pesticides pumped filters/sorbent tubes/GC |
| 48 | Newspaper print rooms: measurements of total particulates and cyclohexane soluble material in air | | |
| 49 | Aromatic isocyanates acid hydrolysis/ diazotisation | | |
| 50 | Benzene diffusive/thermal desorption/GC | | |
| 51/2 | Quartz in respirable dusts X-ray diffraction (direct method) | | |
| 52/3 | Hexavalent chromium in chromium plating mists colorimetric (1,5-diphenylcarbazine) | | |

©Crown copyright 2000

Applications for reproduction should be made in writing to: Copyright Unit, Her Majesty's Stationery Office, St Clements House, 2-16 Colegate, Norwich NR3 1BQ

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means (electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise) without the prior written permission of the copyright owner.



MAIL ORDER HSE priced and free publications are available from:
HSE Books, PO Box 1999, Sudbury, Suffolk CO10 2WA Tel: 01787 881165
Fax: 01787 313995

RETAIL HSE priced publications are available from good booksellers

HEALTH AND SAFETY ENQUIRIES HSE InfoLine Tel: 08701 545500 or
write to: HSE Information Centre, Broad Lane, Sheffield S3 7HQ

HSE home page on the World Wide Web:
<http://www.hse.gov.uk>

First published 1986
Second impression 1997

£12.00 net

ISBN 0-7176-1749-1



9 780717 617494

TŁUMACZ PRZYSIĘGŁY

Marta Matuszewska

wpisana na listę tłumaczy przysięgłych Ministra Sprawiedliwości pod numerem TP/29/09

ul. Waniliowa 52, 55-300 Środa Śląska; tel. kom.: +48 666 044 561

POŚWIADCZONE TŁUMACZENIE Z JĘZYKA ANGIELSKIEGO

[Do tłumaczenia przedłożono tekst niesygnowany obejmujący 12 ponumerowanych stron.]-/-

[strony 1-3]-/-

MDHS-/-

Metody oznaczania substancji niebezpiecznych-/-

Laboratorium Bezpieczeństwa i Zdrowia-/-

[logo HSE; Health & Safety Executive]-/-

14/3-/-

Ogólne metody pobierania próbek oraz analizy grawimetrycznej pyłu respirabilnego i wdychalnego-/-

Luty 2000 r.-/-

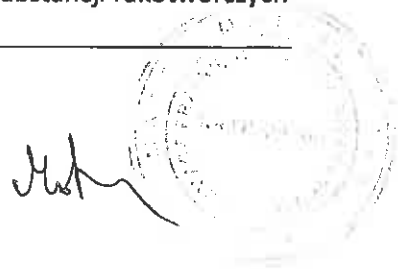
WSTĘP-/-

1 Niniejsza karta MDHS ma na celu zapewnienie wskazówek osobom, które chcą mierzyć stężenia frakcji respirabilnej i/lub wdychalnej pyłu w powietrzu w celu monitorowania poziomu narażenia w miejscu pracy. Aktualizuje i zastępuje MDHS 14/2.¹ Główna zmiana polega na tym, że zalecane procedury pobierania próbek pyłu wdychalnego zostały zweryfikowane w celu uwzględnienia nowych danych porównujących wyniki uzyskane przy użyciu różnych metod pobierania próbek pyłu wdychalnego w różnych miejscach pracy.² Niniejsze zweryfikowane wytyczne mają zapewnić jak najlepsze działanie metody w rzeczywistych warunkach miejsca pracy oraz spójność z wymaganiami europejskich³ i międzynarodowych⁴ norm dotyczących pomiaru pyłu w miejscu pracy.-/-

Wymagania Przepisów dot. kontroli substancji niebezpiecznych dla zdrowia (COSHH) z 1999 r.-/-

2 Osoby przeprowadzające i nadzorujące procedury opisane w niniejszej karcie MDHS mogą być narażone na kontakt z różnymi niebezpiecznymi substancjami, dlatego powinny znać wymagania przepisów COSHH.⁵ Mają one na celu zapewnienie, że narażenie ludzi w miejscu pracy na substancje, które mogą powodować uszczerbek na zdrowiu, jest albo uniemożliwione, albo - jeśli nie jest to możliwe - odpowiednio kontrolowane. Pracodawcy są zobowiązani do przeprowadzenia oceny ryzyka dla zdrowia stwarzanego przez niniejszą pracę oraz do zapobiegania wystąpieniu lub kontrolowania narażenia na dane substancje. Przepisy COSHH wymagają również, aby osoby, które mogą być narażone na działanie substancji niebezpiecznych dla zdrowia, otrzymały odpowiednie i wystarczające informacje, instrukcje i szkolenia. Pracodawcy muszą upewnić się, że ich obowiązki wynikające z przepisów COSHH zostały spełnione przed pozwoleniem pracownikom na wykonanie jakiegokolwiek procedury opisanej w niniejszej karcie MDHS.-/-

3 Wytyczne zawarte są w zatwierdzonych Kodeksach praktyk w zakresie Przepisów dot. kontroli substancji niebezpiecznych dla zdrowia (*Ogólne COSHH ACOP*, od ang. *Approved Codes of Practices for the Control of Substances Hazardous to Health*), Przepisów dot. kontroli substancji rakotwórczych



(*Carcinogens ACOP*) oraz Przepisów dot. kontroli czynników biologicznych (*Biological Agents ACOP*), które są zawarte w jednej publikacji z Przepisami COSHH.⁶-/-

Występowanie, właściwości i zastosowania-/-

4 Szereg materiałów niebezpiecznych dla zdrowia występuje w miejscu pracy w postaci aerozoli, czyli zawieszin cząstek stałych lub ciekłych w powietrzu. Pył jest ogólnie rozumiany jako aerozol cząstek stałych, wytwarzanych mechanicznie, o średnicy pojedynczych cząstek od 0,1 µm w górę. Dymy są aerozolem cząstek stałych powstałych w wyniku kondensacji ze stanu pary, zazwyczaj w wyniku ulatniania się stopionych metali. Średnica pojedynczych cząstek jest zwykle mniejsza niż 1 µm, choć powszechne jest występowanie skupisk wielu cząstek. Granice narażenia zostały określone dla wielu pojedynczych pyłów i dymów.⁷ Aby wykazać, że narażenie osób jest odpowiednio kontrolowane, zwykle konieczne jest określenie stężenia obecnego pyłu poprzez pobranie próbek osobistych. W niektórych przypadkach wystarczy bezpośrednio określenie stężenia pyłu. W innych przypadkach stosuje się następnie technikę analityczną w celu określenia konkretnego pierwiastka lub związku obecnego w pyłe.-/-

5 W niniejszej publikacji opisano ogólne metody zalecane do pobierania próbek i oznaczania stężenia pyłu metodą grawimetryczną; do niektórych zastosowań (wymienionych w Załączniku nr 1) wymagane są zmodyfikowane techniki i należy zapoznać się z odpowiednimi wytycznymi. W przypadku, gdy wymagana jest dalsza analiza pod kątem określonych składników zebranej próbki, należy odwołać się do odpowiedniej karty metody MDHS⁸. Wytyczne HSE HSG173⁹ zawierają ogólne wskazówki dotyczące monitorowania miejsca pracy.-/-

Wpływ na zdrowie-/-

6 Większość pyłów przemysłowych zawiera cząstki o szerokim zakresie wielkości. Zachowanie, osadzanie i dalsze zachowanie każdej cząstki po dostaniu się do układu oddechowego człowieka, a także reakcja, którą wywołuje, zależy od charakteru i wielkości cząstki.³ Dla celów higieny pracy ważne jest rozważenie stężenia pyłu obecnego w różnych składach ziarnowych.-/-

Pył wdychalny (określany również jako „pył całkowity”)-/-

7 Pył wdychalny to frakcja zawieszonego w powietrzu materiału, który dostaje się do nosa i ust podczas oddychania, a zatem może osadzać się w drogach oddechowych. Ta definicja pyłu wdychalnego pojawia się w Przepisie 2(1) COSHH. Frakcja wdychalna zależy od dominującego ruchu powietrza wokół osoby narażonej (prędkość i kierunek wiatru) oraz od tego, czy oddychanie odbywa się przez nos czy przez usta. Możliwe jest jednak określenie specyfikacji docelowej dla przyrządów do pobierania próbek, która jest zbliżona do frakcji wdychalnej, dla reprezentatywnych wartości szybkości oddychania i dla osoby narażonej w równym stopniu na wszystkie kierunki wiatru. Specyfikacja docelowa podana przez Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN)³ i Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO),⁴ opublikowana w Wielkiej Brytanii jako część normy BS EN 481:1993, została przyjęta w Wielkiej Brytanii.-/-

8 W poprzednich wersjach niniejszej karty MDHS,¹ i w innych kluczowych publikacjach HSE,⁷ pył wdychalny był określany jako „pył całkowity”, chociaż wyraźnie widać, że te dwa terminy mają mieć to samo znaczenie. Obecnie ustalono, że metody pobierania próbek przyjęte wcześniej dla „pyłu całkowitego”, jeśli są stosowane zgodnie z zaleceniami niniejszej zaktualizowanej karty MDHS, mają

właściwości zbliżone do specyfikacji docelowej BS EN481 (patrz: punkt 17). Dlatego terminy „pył całkowity” i „pył wdychalny” można traktować jako zamienne.-/-

Pył respirabilny-/-

9 Pył respirabilny to frakcja materiału zawieszonego w powietrzu, która przenika do obszaru wymiany gazowej w płucach. Frakcja respirabilna różni się dla różnych osób. Jednakże, możliwe jest określenie specyfikacji docelowej dla przyrządów do pobierania próbek, która jest zbliżona do frakcji respirabilnej dla przeciętnej osoby. Specyfikacja docelowa podana przez ISO i CEN i opublikowana w Wielkiej Brytanii jako część normy BS EN 481:1993 została przyjęta w Wielkiej Brytanii.-/-

Środki ostrożności w zakresie zdrowia i bezpieczeństwa-/-

10 Dla kilku związków i procesów pyłowych dostępne są ulotki informacyjne z serii MS(A) HSE¹⁰. Podsumowują one zagrożenia związane z pracą ze związkami pyłowymi i określają, co można zrobić, aby je kontrolować.-/-

11 Dla kilku związków i procesów pyłowych dostępne są również wytyczne z serii „Environmental Hygiene” [Higiena środowiskowa] HSE¹¹. Opisują one środki zapobiegania i kontroli narażenia, procedury awaryjne i nadzór medyczny.-/-

Granice narażenia-/-

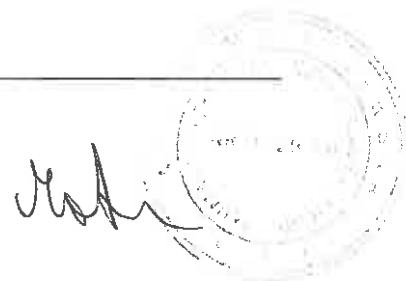
12 Przepis 7 Przepisów dot. kontroli substancji niebezpiecznych dla zdrowia (COSHH) z 1999 r.⁵ określa wymagania dotyczące stosowania maksymalnych granic narażenia (MEL od ang. *Maximum Exposure Limit*) i norm narażenia zawodowego (OES od ang. *Occupational Exposure Standard*) w celu osiągnięcia odpowiedniej kontroli narażenia pracowników.-/-

13 Komisja ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa zatwierdziła normy OES i granice MEL dla szeregu pyłów i dymów w powietrzu. Obejmują one wartości graniczne narażenia długoterminowego (średnia ważona czasu dla 8 godzin) i w niektórych przypadkach krótkoterminowego (zwykle 15 minut). Wartości graniczne w Wielkiej Brytanii są wyrażone w kategoriach „pyłu całkowitego” lub pyłu respirabilnego. Jeśli nie określono inaczej (Załącznik nr 1), do porównania stężeń pyłu w miejscu pracy z niniejszymi wartościami granicznymi można stosować metody pobierania próbek zalecane w niniejszej karcie MDHS.-/-

14 Maksymalne granice narażenia i normy narażenia zawodowego opublikowano w Tabelach nr 1 i 2 Wytycznych HSE EH 40.⁷ W niniejszej publikacji podano orientacyjne kryteria stosowane przez WATCH i ACTS przy formułowaniu zaleceń dotyczących granic. Kryteria, na których opierają się niektóre indywidualne granice, są udokumentowane w Wytycznych HSE EH 64^{12,13} i EH 65.¹⁴-/-

15 Brak określonej granicy w Wytycznych HSE EH 40⁷ nie oznacza, że pył lub dym nie jest szkodliwy. Informacje na temat prawdopodobnego zagrożenia dla zdrowia ze strony takich substancji można znaleźć w wielu pracach referencyjnych.^{15,16} Związki pyłowe, dla których nie określono granic narażenia, podlegają obecnie wymogom Przepisów COSHH. Zgodnie z nimi „pył dowolnego rodzaju” jest uważany za niebezpieczny dla zdrowia, gdy występuje w znacznym stężeniu w powietrzu. Za „znaczne” stężenie pyłu należy przyjąć stężenie 10 mg m⁻³ (średnia ważona czasu dla 8 godzin) pyłu całkowitego lub 4mg m⁻³ (średnia ważona czasu dla 8 godzin) pyłu respirabilnego, w przypadku gdy nie ma wskazań do zastosowania niższej wartości.-/-

ZAKRES-/-



Zakres zastosowania-/-

16 Metody opisane w niniejszej karcie MDHS są odpowiednie do określania stężenia większości pyłów i dymów w miejscu pracy. W przypadku kilku materiałów istnieją specjalne metody (patrz: Załącznik nr 1), i dlatego należy odnieść się do konkretnego dokumentu dotyczącego metody. Interpretacja wyników została omówiona w Wytycznych HSE EH40⁷ i HSG173.⁹-/-

PRZEPROWADZENIE METODY-/-

17 Metody pobierania próbek pyłu wdychalnego i respirabilnego opisane w niniejszej karcie MDHS zostały ocenione zarówno w badaniach laboratoryjnych, jak i terenowych, aby określić ich skuteczność w odniesieniu do docelowych specyfikacji BS EN481. Przeprowadzono ogólnoeuropejskie badanie metod pobierania próbek pyłu wdychalnego, aby ocenić sprawność przyrządów w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych, przy prędkościach wiatru od 0,5 do 4 m/sek.¹⁷ Kolejne badanie laboratoryjne rozszerzyło zakres oceny sprawności i objęło sytuacje z bardzo niskimi wiatrami zewnętrznymi.¹⁸ Wreszcie, porównano wyniki uzyskane przy użyciu różnych metod pobierania próbek pyłu wdychalnego w różnych miejscach pracy.^{2,19} Wyniki tych badań wykorzystano do wybrania tych metod, dla których błąd systematyczny i precyzja mieszczą się w dopuszczalnych granicach²⁰ (patrz: punkty 20, 22 i 24).-/-

18 Sprawność różnych metod pobierania próbek pyłu respirabilnego zalecanych w niniejszej karcie MDHS została w pełni oceniona, a wyniki opublikowane w wielu pracach.^{21,22,23,24,25} Ta część badań umożliwiła optymalizację metod pobierania próbek pod kątem specyfikacji docelowej BS EN481 dotyczącej pobierania próbek pyłu respirabilnego.-/-

Granice wykrywalności-/-

19 Dolna granica wykrywalności analizy grawimetrycznej zależy przede wszystkim od długości okresu pobierania próbek, czułości wagi i stabilności wagowej podłoża (np. filtra) używanego do zbierania i ważenia próbki. Czynniki te należy wybrać w celu zapewnienia, gdy tylko jest to możliwe, że dolna granica wykrywalności jest o rząd wielkości niższa niż odpowiednia granica narażenia. Przydatne informacje na temat sposobu określania i redukcji granic grawimetrycznych granic wykrywalności można znaleźć w Międzynarodowej normie dotyczącej analizy grawimetrycznej, która jest obecnie w przygotowaniu.²⁶-/-

Błąd systematyczny-/-

Błąd systematyczny w zakresie próbnika-/-

20 Trzy typy próbników pyłu do frakcji wdychalnej zalecane w niniejszej karcie MDHS to próbnik Instytutu Medycyny Pracy (IOM od ang. *Institute of Occupational Medicine*), stożkowy próbnik do frakcji wdychalnej (CIS od ang. *Conical Inhalable Sampler*) i próbnik wielootworowy typu *Multi-Orifice* (lub siedmiootworowy). Pełny opis z ilustracjami znajduje się w punkcie 28. Błąd systematyczny pobierania próbek mniejszy niż $\pm 5\%$ jest typowy dla próbnika pyłu do frakcji wdychalnej typu IOM, ale próbki stożkowe do frakcji wdychalnej i próbki wielootworowe mogą wykazywać większe błędy systematyczne (dodatnie lub ujemne) w niektórych warunkach pracy^{17,18}. Sytuacje problematyczne często prowadzące do błędów systematycznych o wartości ujemnej to te, w których wieje silny wiatr, np. na zewnątrz, i gdzie duże cząstki są generowane przez proces pracy. Błąd systematyczny o dodatniej wartości może wynikać z nieprawidłowego obchodzenia się z próbnikami

typu CIS i próbnikami wielootworowymi, ponieważ konstrukcja próbnika może pozwolić na niezamierzone zanieczyszczenie filtra. Procedury transportowe, które minimalizują możliwość takiego zanieczyszczenia, zalecono w punkcie 48.-/-

21 Tam, gdzie pracownicy przebywają bardzo blisko źródeł pyłu, próbki umieszczone na górnej części klatki piersiowej mogą w niektórych przypadkach być narażone na lokalne wysokie stężenie pyłu, które nie odpowiada powietrzu wdychanemu przez pracownika. Obecność tego problemu można często wykryć stosując dodatkowe, osobiste próbki bezpompowe, jak opisano w punkcie 42.-/-

22 W przypadku próbników pyłu do frakcji respirabilnej, błąd systematyczny zależy od wielkości cząstek, ale w większości przypadków powinien mieścić się w granicach $\pm 10\%$.^{21,22}-/-

Błąd systematyczny w zakresie metod analitycznych-/-

23 Analiza grawimetryczna powinna być pozbawiona błędów systematycznych, pod warunkiem, że przestrzega się procedur opisanych w punkcie 55 w celu skorygowania zmian masy próby ślepej.-/-

Precyzja-/-

24 Głównym źródłem niedokładności w pomiarach stężenia pyłu w miejscu pracy jest niejednorodność chmury pyłu otaczającej pracownika. W porównaniu z tym niedokładność analityczna i próbkowania jest zazwyczaj bardzo mała. Do określenia rzeczywistej niedokładności wyników próbkowania pyłu wykorzystano badania w miejscu pracy, w których stosuje się pary próbników na każdym pracowniku. Na przykład w przypadku pobierania próbek frakcji wdychalnej stwierdzono, że druga równoczesna próbka pobrana na pracowniku mieści się w zakresie współczynnika dwa pierwszej próbki w 95% przypadków.¹⁹ Podobne badanie z parami próbników pyłu do frakcji respirabilnej jest obecnie w toku.-/-

ZASADA-/-

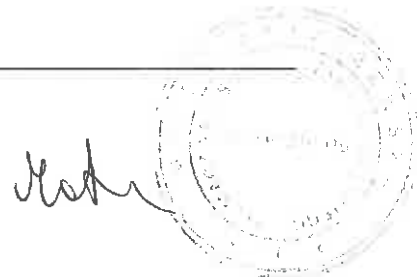
25 Zmierzona objętość powietrza jest zasysana przez podłoże zbierające, np. filtr zamontowany w próbniku, a masa zebranego pyłu jest określana poprzez ważenie podłoża przed i po pobraniu próbki.-/-

WYPOSAŻENIE DO POBIERANIA PRÓBEK PYŁU-/-

26 Potrzebne są różne przyrządy w zależności od tego, czy zbiera się frakcję respirabilną czy wdychalną pyłu; szczegółowe wskazówki podano w punktach 28-30. Zasadnicze cechy wszystkich systemów to podłoże zbierające, np. filtr, i pompa do przepuszczania przez niego powietrza; podłoże zbierające może być przechowywane w systemie kasetowym umieszczonym w próbniku do pobierania próbek frakcji respirabilnej lub wdychalnej. Jednostka pompująca musi być zdolna do utrzymania płynnego przepływu z określoną szybkością przez cały okres pobierania próbek.-/-

27 W przypadku pobierania próbek osobistych, próbnik jest przymocowany do użytkownika w jego strefie oddechowej, a pompa (jeżeli jest zewnętrzna w stosunku do próbnika) jest połączona z nim za pomocą elastycznego przewodu i noszona na pasku, szelkach lub w kieszeni. Strefa oddychania to przestrzeń wokół twarzy pracownika, z której pobierany jest oddech, i ogólnie przyjmuje się, że rozciąga się nie dalej niż 30 cm od ust. Przyrządy do pobierania próbek osobistych są zwykle montowane na górnej części klatki piersiowej, blisko obojczyka.-/-

Pobieranie osobistych próbek pyłu wdychalnego-/-



28 Trzy przykłady próbników osobistych do frakcji wdychalnej pyłu to próbnik wielootworowy typu *Multi-Orifice* (Rysunek 1), próbnik Instytutu Medycyny Pracy (typu IOM) (Rysunek 2) i stożkowy próbnik do frakcji wdychalnej (typu CIS, Rysunek 3). Próbniki wielootworowe i typu IOM wymagają jednostki pompującej zdolnej do utrzymania płynnego przepływu $2,0 \pm 0,1$ litra/min przez cały okres pobierania próbek. Próbnik typu CIS działa przy wyższym natężeniu przepływu i wymaga zespołu pompy zdolnego do utrzymania płynnego przepływu $3,5 \pm 0,1$ litra/min przez cały okres pobierania próbek. Szczegółowe informacje dotyczące dostawców znajdują się w Załączniku nr 2. Inne typy przyrządów do pobierania próbek mogą również dawać zadowalające wyniki, chociaż należy ustalić równoważność wyników dla substancji będących przedmiotem zainteresowania.²⁶ Wykazano, że z trzech przedstawionych typów próbników, próbnik typu IOM daje najlepszą zgodność ze specyfikacją docelową BS EN481 dla frakcji wdychalnej, w najszerszym zakresie warunków w miejscu pracy i dlatego jest zazwyczaj preferowaną metodą pobierania próbek (patrz: punkty 17-24). Szczególne środki ostrożności są [przyp. tłum.: w oryginalnym dokumencie tekst ze strony 3 jest kontynuowany w tekście na stronie 6.]-/-

[strona 4]-/-

[ilustracja]-/-

'O' Ring seal – Pierścień uszczelniający typu „O” -/-

Filter 25mm – Filtr 25 mm -/-

Connection to pump – Podłączenie do pompy -/-

Filter support grid – Kratka podtrzymująca filtr -/-

End cap with seven equispaced inlet holes 4mm dia. – Pokrywa przednia z siedmioma otworami wlotowymi o średnicy 4mm rozmieszczonym w równych odstępach -/-

Rysunek1 Próbnik wielootworowy typu *Multi-Orifice* do frakcji wdychalnej-/-

[ilustracja]-/-

'O' Ring seal – Pierścień uszczelniający typu „O” -/-

Cassette lower part – Tył kasety -/-

Filter 25mm – Filtr 25 mm -/-

Cassette upper part – Prząd kasety -/-

Connection to pump – Podłączenie do pompy -/-

End cap – Pokrywa przednia -/-

Rysunek 2 Próbnik typu IOM do frakcji wdychalnej-/-

[strona 5]-/-

[ilustracja]-/-

'O' Ring seal – Pierścień uszczelniający typu „O” -/-

Cassette lower part – Tył kasety -/-

Filter support grid – Kratka podtrzymująca filtr -/-

Filter 37 mm – Filtr 37 mm -/-

Cassette upper part – Prząd kasety -/-

Conical inlet – Stożkowy wlot -/-

Retaining ring – Pierścień podtrzymujący -/-

Rysunek 3 Próbnik stożkowy do frakcji wdychalnej-/-

[ilustracja]-/-

Filter support grid – Kratka podtrzymująca filtr -/-

Membrane filter – Filtr membranowy -/-

Cassette – Kasetka -/-

Dusty air – Zapyłone powietrze -/-

Grit pot – Pojemnik na drobne zanieczyszczenia mechaniczne -/-

Rysunek 4 Próbnik do frakcji respirabilnej typu cyklon-/-

[strony 6-9]-/-

[przyp. tłum.: kontynuacja tekstu ze strony 3] wymagane w przypadku stosowania jednego z pozostałych dwóch rodzajów próbników w celu zapobieżenia znacząco zaniżonemu lub zawyżonemu oszacowaniu narażeń osobistych (patrz: punkt 19). W większości przypadków i przy prawidłowym postępowaniu, błąd systematyczny spowodowany wyborem rodzaju próbniaka innego niż próbnik typu IOM będzie niewielki w porównaniu z niedokładnością oszacowania narażenia (punkt 24).-/-

Pobieranie próbek tła dla pyłu wdychalnego-/-

29 Pobieranie próbek na zasadzie stałego punktu może być stosowane do określenia poziomów tła pyłu w miejscu pracy, chociaż nie jest właściwe porównywanie próbek ze stałego punktu (tła) z granicami narażenia, ponieważ rozkład pyłu w miejscu pracy nie jest jednolity. Oprócz tej rozbieżności, z powodu efektów aerodynamicznych, próbniaki do próbek tła nie będą wykazywać tej samej charakterystyki, która występuje po zamontowaniu na ciele, i zwykle zaniżają stężenie frakcji wdychalnej pyłu. W przypadku stosowania w celu pobierania próbek tła, próbniaki osobiste należy umieszczać mniej więcej na wysokości głowy, z dala od przeszkód, wlotów świeżego powietrza lub silnych powiewów wiatru. Procedury pobierania próbek są poza tym takie same jak w przypadku pobierania próbek osobistych.-/-

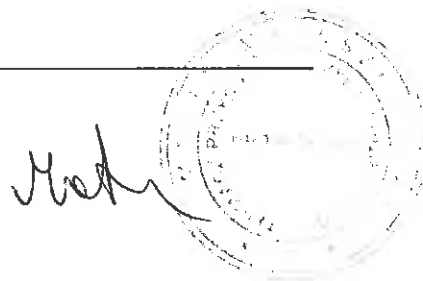
Pobieranie osobistych próbek pyłu respirabilnego-/-

30 Frakcję respirabilną zbiera się zazwyczaj za pomocą wstępnego selektora cyklonowego (patrz: np. Rysunek 4). Typ cyklonu zazwyczaj używany w Wielkiej Brytanii to ogólny typ Higgins-Dewell, który powinien działać przy przepływie $2,2 \pm 0,1$ litra/min, aby uzyskać optymalną zgodność z konwencją pobierania próbek frakcji respirabilnej zawartą w BS EN481. Można również stosować alternatywne typy cyklonów, które również są zgodne z konwencją pobierania próbek frakcji respirabilnej przy określonych natężeniach przepływu. Niektóre przykłady to 10-mm cyklon typu Dorr-Oliver (stosowany przy $1,7 \pm 0,1$ litra/min) i cyklon GK2.69 (stosowany przy $4,2 \pm 0,1$ litra/min). Inne rodzaje próbników osobistych dających równoważne wyniki to próbnik do frakcji respirabilnej CIP10-R ze zintegrowaną pompą, pracujący z prędkością 10 l/min, oraz próbnik do frakcji respirabilnej typu IOM, do dwóch frakcji (używany z prędkością 2 l/min). Szczegółowe informacje dotyczące dostawców znajdują się w Załączniku nr 2. Inne rodzaje przyrządów do pobierania próbek mogą również dawać zadowalające wyniki, chociaż należy ustalić równoważność wyników dla substancji będących przedmiotem zainteresowania.²⁷-/-

Pobieranie próbek tła dla pyłu respirabilnego-/-

31 Próbniki osobiste należy umieszczać podczas ich stosowania mniej więcej na wysokości głowy, z dala od przeszkód, wlotów świeżego powietrza lub silnych powiewów wiatru. Procedury pobierania próbek są poza tym takie same jak w przypadku pobierania próbek osobistych. Również w tym przypadku nie należy porównywać próbek ze stałego punktu (tła) z granicą narażenia.-/-

Podłoża zbierające-/-



32 Wybór podłoża zbierającego (np. filtry, pianki) jest zwykle podyktowany wyborem przyrządu do pobierania próbek i względami analitycznymi. Czynniki wpływające na wybór podłoża do analizy grawimetrycznej omówiono w punktach 49-51. W niektórych typach próbników podłoże zbierające znajduje się w kasecie, która ma być ważona razem z filtrem, tzn. pył zebrany na wewnętrznych ściankach kasety stanowi część próbki. W innych przyrządach podłoże zbierające znajduje się w uchwycie, który nie jest przeznaczony do ważenia razem z filtrem. Należy zapoznać się z instrukcją obsługi dostarczoną przez producenta, aby dowiedzieć się dokładnie, jakie części próbnika należy uwzględnić w procedurze analitycznej.-/-

Pompy do pobierania próbek-/-

33 Pompy do pobierania próbek stosowane do pobierania próbek pyłu powinny mieć co najmniej następujące cechy:-/-

- automatyczna regulacja przepływu, która utrzymuje stałe objętościowe natężenie przepływu w granicach ± 0.1 litra/min w przypadku zmieniającego się ciśnienia wstecznego;-/-
- wskaźnik nieprawidłowego działania, który po zakończeniu pobierania próbek wskazuje, że przepływ powietrza został zmniejszony lub zakłócony podczas pobierania próbek, lub automatyczny wyłącznik, który zatrzymuje pracę, jeśli przepływ pompy jest zmniejszony lub zakłócony;-/-
- urządzenie do regulacji natężenia przepływu, które można uruchomić tylko za pomocą narzędzia (np. śrubokręt) lub którego obsługa wymaga specjalnej wiedzy (np. oprogramowanie), tak aby zapobiec niezamierzonemu regulowaniu natężenia przepływu podczas użytkowania;-/-
- w przypadku próbników cyklonowych szczególnie ważny jest przepływ z tłumieniem pulsacji i należy zastosować zewnętrzny tłumik pulsacji, jeżeli pompa nie posiada zintegrowanego tłumika.-/-

Ponadto, zaleca się zgodność z wymogami normy BS EN1232.²⁸-/-

Wyposażenie pomocnicze-/-

34 Przenośny przepływomierz, który ma możliwość pomiaru pożądanego objętościowego natężenia przepływu z dokładnością do 0,1 litra/min i jest skalibrowany względem wzorca pierwotnego (tzn. przepływomierz, którego dokładność jest identyfikowalna z normami krajowymi). Do pomiaru objętościowego natężenia przepływu preferowane są przepływomierze pęcherzykowe, ponieważ podawane przez nie odczyty są niezależne od temperatury i ciśnienia. W przypadku innych przepływomierzy konieczne może okazać się zmierzenie temperatury i ciśnienia w momencie użycia i zastosowanie korekcji, jeśli różnią się one od warunków, w których przepływomierz został skalibrowany.-/-

35 W przypadku pobierania próbek osobistych – pasy lub szelki, do których można wygodnie przymocować pompy do pobierania próbek, chyba że są one wystarczająco małe, aby zmieścić się w kieszeni pracownika.-/-

36 Należy zapewnić środki do transportu próbek z miejsca pracy do laboratorium, które ograniczają do minimum możliwość przypadkowego przeniesienia zebranego pyłu na podłoże zbierające lub z podłoża zbierającego; w miarę możliwości należy stosować szczypce z płaską końcówką do przenoszenia filtrów.-/-

PROCEDURA POBIERANIA PRÓBEK PYŁU-/-

Przygotowanie sprzętu do pobierania próbek osobistych-/-

37 Oczyszczyć próbniki przed użyciem. Zdemontować części, które mają kontakt z pyłem, zamoczyć w roztworze detergentu, dokładnie spłukać wodą i pozostawić do wyschnięcia przed ponownym zamontowaniem. Zapoznać się z instrukcjami producenta przed demontażem.-/-

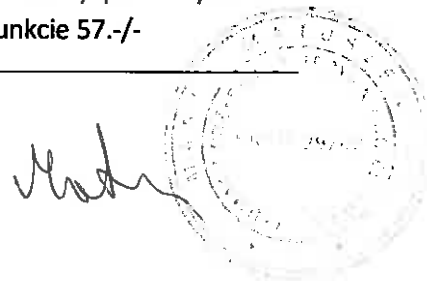
38 W czystym, wolnym od kurzu środowisku załadować próbniki wstępnie zważonymi podłożami zbierającymi lub kasetami, oznaczyć każdy próbnik w sposób umożliwiający jego jednoznaczną identyfikację i zamknąć pokrywą ochronną lub korkiem, aby zapobiec zanieczyszczeniu.-/-

39 Ustawić przepływ objętościowy w czystym miejscu. Podłączyć każdy załadowany próbnik do pompy do pobierania próbek, upewniając się, że nie ma możliwości wystąpienia nieszczelności. Zdjąć pokrywę ochronną z próbniaka, włączyć pompę do pobierania próbek i dołączyć skalibrowany przepływomierz tak, aby mierzył przepływ przez otwór wlotowy (otwory wlotowe) próbniaka. Uwaga: dla próbniaka CIP10 wymagana jest inna procedura; patrz: instrukcje producenta. Odczekać, aż pompa ustabilizuje się przed pomiarem i regulacją przepływu (w przypadku starszych pomp może to zająć kilka minut. W tej sytuacji zaleca się stabilizację przepływu poprzez próbnik „nagrzewania”, który nie jest używany w inny sposób, aby zmniejszyć ryzyko zanieczyszczenia). Ustawić natężenie przepływu na wymaganą wartość ($\pm 0,1$ litra/min). Wyłączyć pompę i z powrotem założyć pokrywę ochronną na próbnik. Należy pamiętać, że jeżeli temperatura i ciśnienie w środowisku, w którym używane są próbniaki, różnią się od tych, w których ustawiono natężenie przepływu, objętościowe natężenie przepływu może ulec zmianie i wymaga ponownej regulacji przed pobraniem próbki.-/-

40 Zachować jako ślepe próbę jeden nieużywany załadowany próbnik (lub załadowaną kasetę) z każdej partii dziesięciu przygotowanych próbników; zawsze należy zachować minimum trzy ślepe próby. Należy je traktować w miarę możliwości w taki sam sposób, jak próbniaki rzeczywiście użyte do pobierania próbek, w odniesieniu do transportu do i z miejsca pobierania próbek, ale nie należy przez nie zasysać powietrza.-/-

41 Przymocować przyrząd do pobierania próbek do pracownika na górnej części klatki piersiowej, w odległości nie większej niż 30 cm od okolicy nosa i ust. Próbniki cyklonowe nie są na ogół wrażliwe na orientację, ale cyklony powinny być w miarę możliwości mocowane z pojemnikiem na drobne zanieczyszczenia mechaniczne u podstawy, jak pokazano na Rysunku 4. Pompę należy przymocować do pasa lub uprząży w taki sposób, aby była jak najmniej uciążliwa dla pracownika, i bezpiecznie zabezpieczyć wszelkie przewody stosowane do połączenia próbniaka i pompy.-/-

42 Podejmując decyzję o umieszczeniu próbników, należy wziąć pod uwagę charakter procesów wykonywanych przez pracownika i czy mogą one powodować różnice w stężeniu pyłu w strefie oddychania. Jest to szczególnie ważne, gdy źródła pyłu znajdują się blisko strefy oddychania, gdy w procesie powstają duże cząstki i gdy ma być mierzone stężenie pyłu wdychalnego. Należy upewnić się w możliwie jak największym stopniu, że pozycja, w której zamontowany jest próbnik, odzwierciedla narażenie pracownika. W przypadku, gdy źródła pyłu znajdują się bardzo blisko pracownika, przydatne może być zastosowanie drugiego, bezpompowego próbniaka, identycznego pod każdym względem jak próbnik pompowy, z wyjątkiem braku podłączonej pompy, zamontowanego w pobliżu próbniaka pompowego i poddawanego działaniu pyłu przez ten sam okres czasu. Procedury porównywania i interpretowania wyników z pary próbników z pompą i bez pompy podano w punkcie 57.-/-



43 Kiedy próbnik jest gotowy do rozpoczęcia pobierania próbek, należy zdjąć z niego pokrywę ochronną i włączyć pompę. Zapisać czas i objętościowe natężenie przepływu na początku okresu pobierania próbek. Jeżeli pompa jest wyposażona w zintegrowany licznik czasu (timer), należy upewnić się, że jest on wyzerowany. Podczas pobierania próbek należy okresowo sprawdzać próbnik i pompę, aby upewnić się, że sprzęt nadal działa, a w razie konieczności ponownie zmierzyć i wyregulować natężenie przepływu.-/-

44 Po zakończeniu okresu pobierania próbek należy ostrożnie zdemontować sprzęt do pobierania próbek z pracownika, nie narażając sprzętu na wstrząsy mechaniczne. Ostrożnie przenieść sprzęt użyty do pobierania próbek do czystego, wolnego od pyłu obszaru, takiego jak ten używany do przygotowywania próbek. Cyklony i próbki CIP10 po wyłączeniu należy trzymać w pozycji pionowej, aż do usunięcia filtra. Zmierzyć objętościowe natężenie przepływu z dokładnością do 0,1 litra/min za pomocą skalibrowanego przepływomierza. Zapisać natężenie przepływu i czas próbkowania oraz obliczyć czas trwania okresu próbkowania. Jeżeli pompa jest wyposażona w zintegrowany licznik czasu (timer), należy sprawdzić, czy wskazany okres zgadza się z okresem obliczonym. Próbkę należy uznać za nieważną, jeżeli oba czasy pobierania próbek różnią się o więcej niż 5%, ponieważ wskazuje to, że pompa nie pracowała przez cały okres.-/-

45 Należy starannie zapisać tożsamość próbki i wszystkie istotne dane dotyczące pobierania próbek. W przypadku pobierania próbek frakcji wdychalnej należy obliczyć średnie objętościowe natężenie przepływu poprzez uśrednienie pomiarów przepływu dokonanych na początku i na końcu okresu pobierania próbek. W przypadku pobierania próbek frakcji respirabilnej próbkę uznaje za nieważną, jeżeli dwa zmierzone natężenia przepływu różnią się o więcej niż 0,1 litra/min lub 5% (w zależności od tego, która wartość jest większa). W przypadku, gdy próbka jest ważna, należy przyjąć, że średnie objętościowe natężenie przepływu jest dokładnie równe zalecanemu natężeniu przepływu (np. 2,2 litra/min dla cyklonu Higginsa-Dewella).-/-

46 W przypadku próbników, które zbierają pył tylko na filtrze, należy wyjąć filtr z każdego próbnika za pomocą szczyptec z płaską końcówką, umieścić w oznakowanym pojemniku do transportu filtrów i zamknąć pokrywką. Należy zachować szczególną ostrożność, aby zapobiec unoszeniu się pyłu z mocno obciążonych filtrów. Należy pamiętać, że w przypadku stosowania próbników typu CIS lub wielootworowych trzeba bardzo ostrożnie obchodzić się z załadowanymi próbnikami przed wyciągnięciem filtrów. Najlepszym rozwiązaniem jest wyciągnięcie filtrów przed transportem do oddległego laboratorium, aby zapobiec przemieszczaniu się luźnego materiału w głowicach do pobierania próbek. W razie niedokonania tej czynności, materiał może spaść z wnętrza próbnika na filtr, powodując błąd systematyczny próbkowania o dodatniej wartości.-/-

47 W przypadku próbników wykorzystujących kasetę wewnętrzną (np. próbnik typu IOM) należy wyjąć kasetę z każdego próbnika i zamknąć ją za pomocą klipsa transportowego dostarczonego przez producenta. Alternatywnie, należy szczelnie zamknąć próbki w próbniku i zwrócić je do laboratorium w celu demontażu.-/-

48 Próbkę należy przewieźć do laboratorium w pojemniku zaprojektowanym tak, aby zapobiec uszkodzeniu podczas transportu, oraz oznakowanym w celu zapewnienia właściwego postępowania. Dokładnie sprawdzić pojemniki transportowe, klipsy, itp. pod kątem śladów luźnego materiału utraconego z filtrów. W przypadkach, w których podejrzewa się straty, konieczne może okazać się opracowanie i udokumentowanie specjalnych procedur transportowych dla użytych próbników.

Specjalne środki ostrożności w celu odzyskania utraconego materiału, na przykład stosowanie nadających się do ważenia osłon kaset i pojemników na filtry, będą prawdopodobnie potrzebne, jeżeli próbki są wysyłane pocztą.-/-

SPRZĘT DO ANALIZY GRAWIMETRYCZNEJ-/-

Filtry-/-

49 Jeżeli pobieranie próbek przeprowadza się wyłącznie w celu pomiaru stężenia grawimetrycznego, bez analizy, można zastosować filtry z włókna szklanego. Utrata włókien z takich filtrów może nastąpić podczas przenoszenia i może być znacząca, jeżeli zbierane jest mniej niż 1 mg pyłu. Przy takich stężeniach należy stosować filtry srebrne, teflonowe lub membranowe. Niektóre rodzaje filtrów (np. nitroceluloza) mogą wykazywać nadmierną zmianę masy w wyniku absorpcji wilgoci, a inne rodzaje (np. PVC, teflon) mogą wykazywać nadmierne gromadzenie się ładunków statycznych. Filtry wykonane z mieszanych estrów celulozy nie mają tych wad w takim samym stopniu. Jeżeli wymagana jest analiza zebranego materiału, to prawdopodobnie zadecyduje ona o wyborze filtra, a także należy zapoznać się z odpowiednią kartą MDHS lub innej metody.-/-

50 Średnica potrzebnego filtra jest w zasadzie uzależniona od stosowanego aparatu do pobierania próbek. W przypadku przyrządów opisanych w niniejszej karcie MDHS wymagane są filtry o średnicy 25 mm lub 37 mm. Mniejsze filtry mają mniejszy ciężar własny, ale większe mają mniejszy opór, co może pomóc w utrzymaniu właściwego natężenia przepływu.-/-

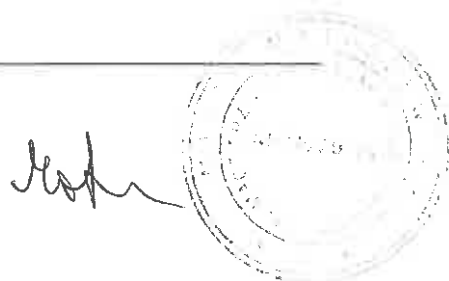
Inne materiały podłoża i kasety-/-

51 Próbnik CIP10 wykorzystuje porowate podłoże z pianki poliuretanowej do zbierania cząstek, utrzymywanych w małym kubku z tworzywa sztucznego, który jest ważony razem z pianką. Próbnik typu IOM wykorzystuje wewnętrzną kasetę wykonaną z tworzywa sztucznego lub metalu, która jest ważona razem z zawartym w niej filtrem, ponieważ pył zbiera się na wewnętrznych ścianach kasety oraz na filtrze. Próbnik do frakcji respirabilnej typu IOM, do dwóch frakcji, zbiera frakcję wdychalną pyłu w całej kasecie, a frakcję respirabilną tylko na filtrze. Przy ważeniu próbek pobranych za pomocą tych przyrządów należy zapoznać się z instrukcjami producenta. Pianki i materiały z tworzywa sztucznego stosowane w uchwytach filtrów i kasetach mogą wykazywać duże różnice wagowe z powodu absorpcji wilgoci, chyba że temperatura i wilgotność środowiska kondycjonowania i ważenia jest starannie kontrolowana (lub naturalnie stabilna).-/-

Waga-/-

52 Waga powinna mieć zakres, który łatwo pomieści ciężar własny podłoży, kaset, itp., a także posiadać odczytywalność (tj. najmniejsza wartość działki wagi) 0,01 mg lub lepszą. Szalka powinna być wystarczająco duża, aby pomieścić stosowane podłoża.-/-

53 Należy zwrócić uwagę, że odtwarzalność ważenia na wadze jest zwykle znacznie gorsza niż można by się spodziewać po najmniejszej wartości działki wagi. Powtórne ważenie niepoddanych narażeniu podłoży przez kilka dni jest lepszą wskazówką co do rzeczywistych wyników. Granicę wykrywalności analizy grawimetrycznej dla danego zastosowania można oszacować jako w przybliżeniu trzykrotność odchylenia standardowego zmian masy grupy trzech ślepych podłoży zawartych w każdej partii próbek, zważonych przed i po pobraniu próbek.²⁹ Wielkość zmian masy ślepych prób można



zminimalizować poprzez wybór mniej podatnych na wilgoć materiałów podłoża lub poprzez lepszą kontrolę temperatury i wilgotności w pomieszczeniach, w których przeprowadzane jest ważenie.-/-

PROCEDURA WAŻENIA-/-

Ważenie próbek-/-

54 Masę zebranego pyłu określa się poprzez ważenie podłoży (w kasetach, jeśli są stosowane) zarówno przed, jak i po pobraniu próbek. Jako minimum, należy sprawdzić dokładność wagi za pomocą skalibrowanego wzorca masy w odstępach czasu zalecanych przez producenta wagi. Dokładne określenie masy próbek wymaga, aby podłoża były kondycjonowane poprzez umieszczenie ich w pojedynczych, oznakowanych, czystych puszkach (lub innych odpowiednich pojemnikach) i pozostawienie z lekko uchylonymi pokrywami w środowisku ważenia na noc przed każdym ważeniem. Ten okres czasu jest zazwyczaj wystarczający, aby wilgoć w podłożach zrównoważyła się z atmosferą pomieszczenia wagowego, chociaż należy zauważyć, że niektóre rodzaje podłoży lub kaset mogą potrzebować więcej czasu na zrównoważenie się.²⁶ W takich przypadkach szczególnie ważne jest stosowanie ślepych prób w celu skorygowania zmian masy spowodowanych wchłonięciem wilgoci. Przed ważeniem należy przepuścić podłoża przez urządzenie do usuwania elektryczności statycznej, aby rozproszyć wszelkie ładunki elektrostatyczne. Po pobraniu próbek należy powtórzyć procedurę kondycjonowania przed ponownym ważeniem.-/-

55 Zmiany masy użytych podłoży do pobierania próbek spowodowane zmianami warunków atmosferycznych koryguje się przez ważenie podłoży prób ślepych w tym samym czasie, co podłoża próbek, zarówno przed, jak i po pobraniu próbek. Średnia zmiana masy podłoży prób ślepych jest odejmowana od zmiany masy każdego z podłoży próbek w celu obliczenia przyrostu masy netto.-/-

Obliczanie stężenia pyłu-/-

56 Objętość powietrza przechodzącego przez próbnik oblicza się mnożąc średnie objętościowe natężenie przepływu w metrach sześciennych na minutę przez czas pobierania próbek w minutach. (Uwaga: natężenie przepływu w litrach/min = 1000 x natężenie przepływu w m³/min). Przyrost masy netto (mg) podłoża próbki dzieli się przez objętość pobranej próbki powietrza (m³), aby uzyskać średnie stężenie pyłu w miligramach na metr sześcienny powietrza (mg/m³).-/-

57 W przypadku zastosowania próbnika bezpompowego jednocześnie z próbnikiem pompowym na tym samym pracowniku, masa materiału zebranego przez próbnik bezpompowy powinna zazwyczaj wynosić od 5 do 20% masy zebranej przez próbnik z pompą w tym samym okresie.^{2,28} W przypadkach, gdy stężenia pyłu są niezwykle wysokie i zmienne, próbnik bezpompowy może zebrać nienaturalnie dużą masę materiału. W takich okolicznościach należy założyć, że próbnik pompowy umieszczony na klatce piersiowej niekoniecznie jest reprezentatywny dla pyłu faktycznie wdychanego przez pracownika i należy albo zignorować wynik, albo potraktować go jako „najgorszy przypadek” oszacowania osobistego narażenia.-/-

Czas pobierania próbek-/-

58 Długi czas pobierania próbek zapewnia cięższy osad, a zatem zmniejsza niedokładności wynikające z ważenia. Czas pobierania próbek powinien być zatem tak długi, jak to jest racjonalnie możliwe (najlepiej nie krótszy niż cztery godziny, chyba że ocenia się stężenia krótkoterminowe), a także powinien być reprezentatywny dla okresów pracy osób narażonych. Dalsze wskazówki na ten temat

podano w Wytycznych EH42.⁷ Jeżeli stężenie pyłu jest tak duże, że pojedyncza próbka byłaby przeciążona, należy zastosować kolejno kilka podłoży.-/-

POUCZENIE-/-

59 Porady dotyczące tej metody oraz stosowanego sprzętu można uzyskać w Health and Safety Laboratory, Broad Lane, Sheffield S3 7HQ (Nr telefonu: 0114 2892000, adres e-mail: hslinfo@hsl.gov.uk).-/-

Health and Safety Executive pragnie, w miarę możliwości, udoskonalić metody opisane w niniejszej serii. Wszelkie uwagi, które mogą prowadzić do ulepszeń, są zatem mile widziane i należy je przesyłać na powyższy adres.-/-

ZAŁĄCZNIK nr 1-/-

Zastosowania wymagające zmodyfikowanych technik-/-

1 Pobieranie próbek pyłu bawełnianego i pyłu generowanego w trakcie produkcji materiałów wełnianych: pomiary narażenia w celu porównania z nowymi maksymalnymi granicami narażenia ustalonymi przez zmiany z 1996 r. w Przepisach dot. kontroli substancji niebezpiecznych dla zdrowia (COSHH) (1994) powinny być przeprowadzane wyłącznie przy użyciu osobistego próbnika do frakcji wdychalnej typu IOM, chyba że ustalono równoważność innych metod dla niniejszych substancji. Powodem tego ograniczenia jest obecność w pyłe długich włókien („puch”), które nie mogą dostać się do wnętrza próbnika wielootworowego typu *Multi-Orifice* i przez to tworzą włóknistą matę na zewnątrz, uniemożliwiając pobranie próbek bardziej zwartych cząstek. „Puch” wchodzi do otworu próbnika typu IOM i jest wliczany do masy próbki. Maksymalne granice narażenia zostały ustalone przy założeniu, że „puch” zostanie ujęty w próbce.-/-

2 Lotne substancje smoły węglowej: pomiar cząstek stałych i materiału rozpuszczalnego w cykloheksanie w powietrzu. Metoda laboratoryjna wykorzystująca filtry i szacowanie grawimetryczne, patrz: karta MDHS 68 (najnowsza wersja).-/-

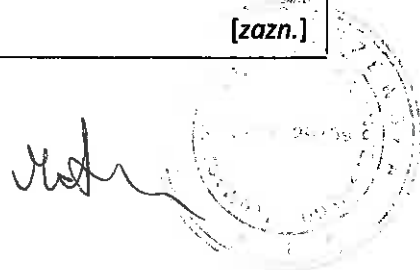
3 Pył respirabilny w kopalniach węgla: Przepisy dot. kopalni węgla (pył respirabilny) [*Coal Mines (Respirable Dust) Regulations*] z 1975 r. oraz Przepisy dot. kopalni węgla (pył respirabilny) (Zmienione) [*Coal Mines (Respirable Dust) (Amendment) Regulations*] z 1978 r. wymagają pobierania próbek w tle przy użyciu przyrządu z poziomym klasyfikatorem pyłów do selekcji frakcji respirabilnej (próbnik typu MRE 113a). Niniejsze przepisy są obecnie poddawane przeglądowi, a pobieranie próbek i analiza pyłu z kopalni węgla będzie prawdopodobnie przedmiotem odrębnej karty MDHS.-/-

ZAŁĄCZNIK nr 2-/-

Główni dostawcy przyrządów do pobierania próbek pyłu w Wielkiej Brytanii-/-

Uwaga: wykaz nie zawiera dostawców pomp, wag, filtrów i innego wyposażenia pomocniczego

Przyrząd	Dostawca				
	<i>Casella</i>	<i>JS Holdings</i>	<i>Labtech</i>	<i>MSA</i>	<i>SKC</i>
Próbnik typu IOM					[zazn.]
Próbnik wielootworowy (typu <i>Multi-Orifice</i>)	[zazn.]	[zazn.]			[zazn.]
Próbnik stożkowy do frakcji wdychalnej	[zazn.]	[zazn.]			
Cyklon typu Higgins-Dewell	[zazn.]	[zazn.]			[zazn.]



Cyklon GK2.69	[zazn.]	[zazn.]	[zazn.]	[zazn.]	[zazn.]
Cyklon 10 mm			[zazn.]	[zazn.]	[zazn.]
CIP10				[zazn.]	[zazn.]
Typu IOM, do dwóch frakcji				[zazn.]	[zazn.]
Dane kontaktowe					
Numery telefonu	01234	01438	0161	01236	01258
	841441	316994	4773004	42466	480188
Numery faksu	01234	01438		01236	01258
	841490	316994		44081	480184

[strona 10]-/-

[Sekcja "REFERENCES" [Bibliografia] nie została przetłumaczona na życzenie Klienta]-/-

[strona 11 – strona pusta]-/-

[strona 12]-/-

[Sekcja „TITLES IN THE MDHS SERIES” [Tytuły w serii MDHS] nie została przetłumaczona na życzenie Klienta]-/-

© Prawo autorskie do publikacji rządowych.-/-

Wnioski o kopiowanie należy kierować w formie pisemnej na następujący adres: Copyright Unit,-/-

Her Majesty's Stationery Office, St Clements House, 2-16 Colegate, Norwich NR3 1BQ,-/-

Wszystkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być kopiowana, zapisywana w systemie umożliwiającym jej odzyskanie lub przekazywana w dowolnej formie lub za pomocą dowolnych środków (elektronicznych, mechanicznych, fotokopiowania, utrwalania lub w inny sposób) bez wcześniejszego pisemnego zezwolenia posiadacza praw autorskich.-/-

Pierwsza publikacja: 1986 r.-/-

Drugi przedruk: 1997 r.-/-

12,00 £ netto.-/-

ZAMÓWIENIA DROGĄ POCZTOWĄ: Płatne i bezpłatne publikacje HSE są dostępne pod następującym adresem: HSE Books, PO Box 1999, Sudbury, Suffolk CO10 2WA; Numer telefonu: 01787 881165; Numer faksu: 01787 313995.-/-

SPRZEDAŻ DETALICZNA: Płatne publikacje HSE są dostępne w dobrych księgarniach.-/-

ZAPYTANIA dot. BEZPIECZEŃSTWA I ZDROWIA: Telefoniczna infolinia HSE: 08701 545500, lub w formie pisemnej na adres: HSE Information Centre, Broad Lane, Sheffield S3 7HQ.-/-

Strona internetowa HSE: <http://www.hse.gov.uk/>-/-

[logo HSE BOOKS]-/-

ISBN 0-7176-1749-1.-/-

[kod kreskowy]-/-

9 780717 617494.-/-

Druk i publikacja przez Health and Safety Executive.-/-

C10 02/00.-/-

Ja, tłumacz przysięgły Marta Matuszewska, poświadczam niniejszym zgodność powyższego tłumaczenia z okazanym mi niesygnowanym tekstem w j. angielskim w formie 12-stronicowego pliku w formacie Adobe Acrobat Document (.pdf) o następujących właściwościach: tytuł: MDHS 14-3; Rozmiar: 127 KB (bajtów: 130 430). Środa Śląska, dnia 31 lipca 2022r. Repertorium nr 60/07/2022.



Marta Matuszewska

